

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2003-109758

(43)Date of publication of application : 11.04.2003

(51)Int.Cl.

H05B 33/14

C09K 11/06

// C07D213/06

C07F 15/00

10729712 2-4-04 ✓

(21)Application number : 2001-296657

(71)Applicant : KONICA CORP

(22)Date of filing : 27.09.2001

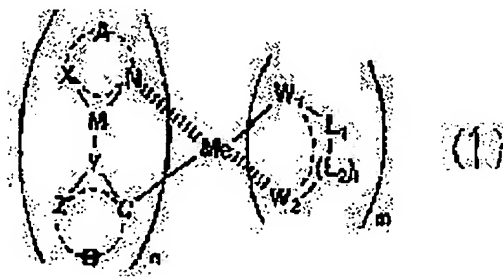
(72)Inventor : KITA HIROSHI
YAMADA TAKETOSHI
MATSUURA MITSUYOSHI
OSHIYAMA TOMOHIRO

(54) ORGANIC ELECTROLUMINESCENT ELEMENT

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide an organic electroluminescent element of high brightness using phosphorescent compound having light color at blue region for use in organic electroluminescence.

SOLUTION: Metal complex having biaryl ligand of a specific structure expressed in formula (I) with the torsion angle (dihedron) of the plane of its two aryl rings at not less than 9° and less than 90° is contained in a light emitting layer. In the formula, X denotes C, N, O atoms, M denotes C, N atoms, Y denotes C, N atoms, Z denotes C, N atoms, A and B denote carbon cycles or heterocycles of 5 to 6 members, and Me denotes iridium, platinum, and osmium.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2003-109758

(P2003-109758A)

(43) 公開日 平成15年4月11日 (2003. 4. 11)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テ-マ-ト* (参考)
H 0 5 B 33/14		H 0 5 B 33/14	B 3 K 0 0 7
C 0 9 K 11/06	6 6 0	C 0 9 K 11/06	6 6 0 4 C 0 5 5
// C 0 7 D 213/06		C 0 7 D 213/06	4 H 0 5 0
C 0 7 F 15/00		C 0 7 F 15/00	D

E

審査請求 未請求 請求項の数13 O L (全 112 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2001-296657(P2001-296657)

(22) 出願日 平成13年9月27日 (2001. 9. 27)

(71) 出願人 000001270

コニカ株式会社

東京都新宿区西新宿1丁目26番2号

(72) 発明者 北 弘志

東京都日野市さくら町1番地コニカ株式会社内

(72) 発明者 山田 岳俊

東京都日野市さくら町1番地コニカ株式会社内

(72) 発明者 松浦 光宜

東京都日野市さくら町1番地コニカ株式会社内

最終頁に続く

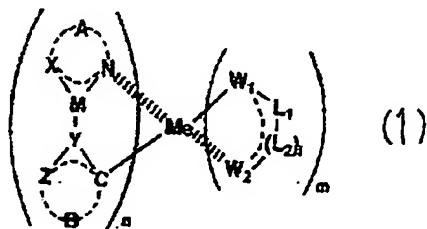
(54) 【発明の名称】 有機エレクトロルミネッセンス素子

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】 有機エレクトロルミネッセンスに用いる青領域に発光色を有する燐光性化合物を提供、これを用いた発光輝度の高い有機エレクトロルミネッセンス素子を提供する。

【解決手段】 下記式 (I) で表わされる特定構造のビアリアル配位子を有する金属錯体の二つのアリアル環平面のねじれ角 (2面角) が9度以上90度未満である金属錯体を発光層に含有することを特徴とする有機エレクトロルミネッセンス素子。

～6員の炭素環または複素環を, Meはイリジウム, プラチナ, オスミウムを表わす)



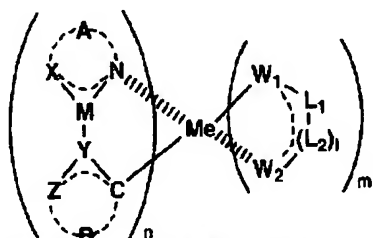
(式中、XはC¹, N, O原子を, MはC, N原子を, YはC, N原子を, ZはC, N原子を, AおよびBは5

【特許請求の範囲】

【請求項1】 下記一般式(1)で表され、N-M-Y-Zの2面角(即ち2つの環のねじれ角)が9度以上90度未満である金属錯体を発光層に含有することを特徴とする有機エレクトロルミネッセンス素子。

【化1】

一般式(1)

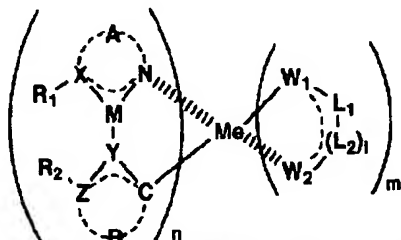


〔式中、Nは窒素原子、Cは炭素原子を表し、Xは炭素原子、窒素原子または酸素原子を表し、Mは炭素原子または窒素原子を表し、Yは炭素原子または窒素原子を表し、Zは炭素原子または窒素原子を表し、AはX-M-Nと共に5～6員の複素環を形成するのに必要な原子群を表し、BはC-Y-Zと共に5～6員の炭化水素環または複素環を形成するのに必要な原子群を表す。また、2つの環はそれぞれ独立に置換基を有していても良く、隣接する置換基同士でさらに縮合環を形成してもよい。Meはイリジウム、プラチナまたはオスミウムを表す。nは1、2、3又は4を表し、mは、Meがイリジウムの時3-nを、プラチナの時4-n又は2-nを、オスミウムの時2-nを表す。W₁は酸素原子、窒素原子または硫黄原子を表し、W₂は酸素原子、窒素原子または硫黄原子を表し、L₁は窒素原子または炭素原子を表し、L₂は窒素原子または酸素原子を表し、lは1または2を表す。なお、W₁とL₁、L₁とL₂、L₂とL₂(lが2の時)、L₂とW₂の結合は単結合でも二重結合でもよい。〕

【請求項2】 下記一般式(2)で表される金属錯体を発光層に含有することを特徴とする有機エレクトロルミネッセンス素子。

【化2】

一般式(2)



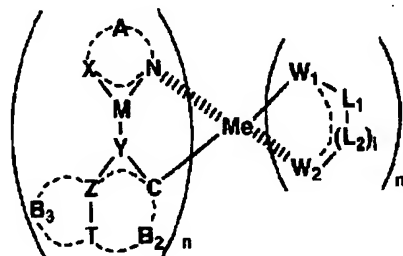
〔式中、Nは窒素原子、Cは炭素原子を表し、Xは炭素原子、窒素原子、酸素原子または硫黄原子を表し、Mは炭素原子または窒素原子を表し、Yは炭素原子または窒

素原子を表し、Zは炭素原子または窒素原子を表し、AはX-M-Nと共に5～6員の複素環を形成するのに必要な原子群を表し、BはC-Y-Zと共に5～6員の炭化水素環または複素環を形成するのに必要な原子群を表し、R₁およびR₂は置換基または水素原子を表す。ただし、Xが酸素原子及び硫黄原子の場合にはR₁は存在しない。又、R₁とR₂の少なくとも一方は置換基を表し、R₁とR₂の立体パラメータE_s値の総和は-0.6以下である。Meはイリジウム、プラチナまたはオスミウムを表す。nは1、2、3又は4を表し、mは、Meがイリジウムの時3-nを、プラチナの時4-n又は2-nを、オスミウムの時2-nを表す。W₁は酸素原子、窒素原子または硫黄原子を表し、W₂は酸素原子、窒素原子または硫黄原子を表し、L₁は窒素原子または炭素原子を表し、L₂は窒素原子または酸素原子を表し、lは1または2を表す。なお、W₁とL₁、L₁とL₂、L₂とL₂(lが2の時)、L₂とW₂の結合は単結合でも二重結合でもよい。〕

【請求項3】 下記一般式(3)で表される金属錯体を発光層に含有することを特徴とする有機エレクトロルミネッセンス素子。

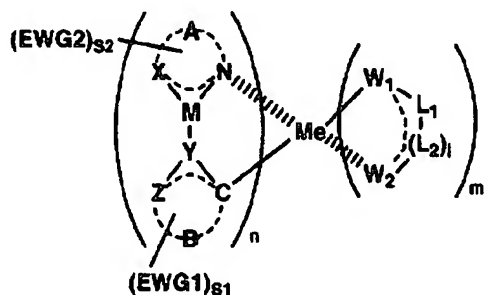
【化3】

一般式(3)



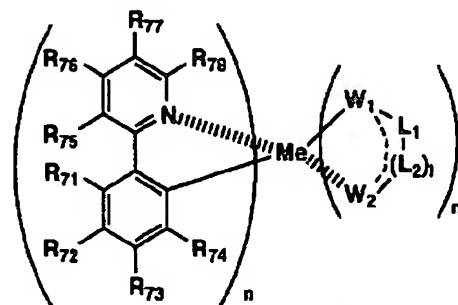
〔式中、Nは窒素原子、Cは炭素原子を表し、Xは炭素原子、窒素原子又は酸素原子を表し、Mは炭素原子または窒素原子を表し、Yは炭素原子または窒素原子を表し、Zは炭素原子または窒素原子を表し、Tは炭素原子または窒素原子を表し、AはX-M-Nと共に5～6員の複素環を形成するのに必要な原子群を表し、B₂はC-Y-Z-Tと共に5～6員の炭化水素環または複素環を形成するのに必要な原子群を表し、B₃はZ-Tと共に5～6員の炭化水素環または複素環を形成するのに必要な原子群を表す。Meはイリジウム、プラチナまたはオスミウムを表す。nは1、2、3又は4を表し、mは、Meがイリジウムの時3-nを、プラチナの時4-n又は2-nを、オスミウムの時2-nを表す。W₁は酸素原子、窒素原子または硫黄原子を表し、W₂は酸素原子、窒素原子または硫黄原子を表し、L₁は窒素原子または炭素原子を表し、L₂は窒素原子または酸素原子を表し、lは1または2を表す。なお、W₁とL₁、L₁とL₂、L₂とL₂(lが2の時)、L₂とW₂の結合は単

一般式(4)



【化5】

一般式(6)



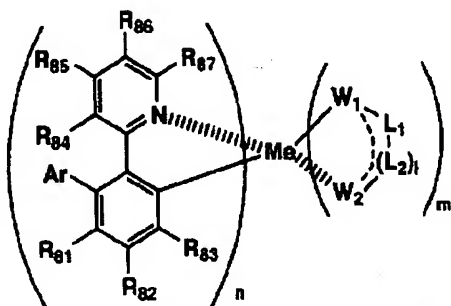
〔式中、 R_{71} 、 R_{75} は水素原子または置換基を表し、 R_{71} と R_{75} の少なくとも一方は置換基を表す。また R_{71} と R_{75} の立体パラメータ E_s 値の総和は -0.6 以下である。 R_{72} 、 R_{73} 、 R_{74} 、 R_{76} 、 R_{77} 及び R_{78} は水素原子または置換基を表す。また、隣接する置換基同士は互いに結合して縮合環を形成してもよい。Meはイリジウム

ム、プラチナまたはオスミウムを表す。nは1、2、3又は4を表し、mは、Meがイリジウムの時3-nを、プラチナの時4-n又は2-nを、オスミウムの時2-nを表す。W₁は酸素原子、窒素原子または硫黄原子を表し、W₂は酸素原子、窒素原子または硫黄原子を表し、L₁は窒素原子または炭素原子を表し、L₂は窒素原子または酸素原子を表し、lは1または2を表す。なお、W₁とL₁、L₁とL₂、L₂とL₂ (lが2の時)、L₂とW₂の結合は単結合でも二重結合でもよい。]

【請求項8】 下記一般式(7)で表される金属錯体を発光層に含有することを特徴とする有機エレクトロルミネッセンス素子。

【化7】

一般式(7)

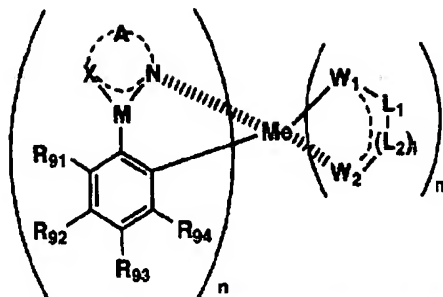


【式中、Arは芳香族基を表し、R₈₁～R₈₇は水素原子または置換基を表す。また、隣接する置換基同士は互いに結合して縮合環を形成してもよい。Meはイリジウムまたはプラチナまたはオスミウムを表す。nは1、2、3又は4を表し、mは、Meがイリジウムの時3-nを、プラチナの時4-n又は2-nを、オスミウムの時2-nを表す。W₁は酸素原子、窒素原子または硫黄原子を表し、W₂は酸素原子、窒素原子または硫黄原子を表し、L₁は窒素原子または炭素原子を表し、L₂は窒素原子または酸素原子を表し、lは1または2を表す。なお、W₁とL₁、L₁とL₂、L₂とL₂ (lが2の時)、L₂とW₂の結合は単結合でも二重結合でもよい。]

【請求項9】 下記一般式(8)で表される金属錯体を発光層に含有することを特徴とする有機エレクトロルミネッセンス素子。

【化8】

一般式(8)

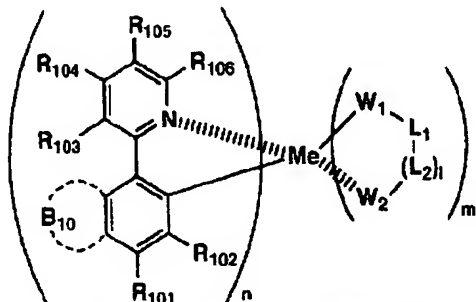


【式中、Nは窒素原子、Xは炭素原子、窒素原子、酸素原子または硫黄原子を表し、Mは炭素原子または窒素原子を表し、AはX-M-Nと共に5～6員の芳香族複素環を形成するのに必要な原子群を表し、R₉₁～R₉₄は水素原子または置換基を表す。ただし、R₉₁～R₉₄のそれぞれの置換基のσ_p値の総和は0.15以上2以下である。また、X-M-NとAとで形成される芳香族複素環は置換基を有していても良く、隣接する置換基同士で縮合環を形成してもよい。Meはイリジウム、プラチナまたはオスミウムを表す。nは1、2、3又は4を表し、mは、Meがイリジウムの時3-nを、プラチナの時4-n又は2-nを、オスミウムの時2-nを表す。W₁は酸素原子、窒素原子または硫黄原子を表し、W₂は酸素原子、窒素原子または硫黄原子を表し、L₁は窒素原子または炭素原子を表し、L₂は窒素原子または酸素原子を表し、lは1または2を表す。なお、W₁とL₁、L₁とL₂、L₂とL₂ (lが2の時)、L₂とW₂の結合は単結合でも二重結合でもよい。]

【請求項10】 下記一般式(9)で表される金属錯体を発光層に含有することを特徴とする有機エレクトロルミネッセンス素子。

【化9】

一般式(9)



【式中、R₁₀₁～R₁₀₆は水素原子または置換基を表し、B₁₀は2つの炭素原子と共に5～6員の環を形成するのに必要な原子群を表す。また、隣接する置換基同士は互いに結合して縮合環を形成してもよい。Meはイリジウム、プラチナまたはオスミウムを表す。nは1、2、3又は4を表し、mは、Meがイリジウムの時3-nを、

プラチナの時 $4-n$ 又は $2-n$ を、オスミウムの時 $2-n$ を表す。 W_1 は酸素原子、窒素原子または硫黄原子を表し、 W_2 は酸素原子、窒素原子または硫黄原子を表し、 L_1 は窒素原子または炭素原子を表し、 L_2 は窒素原子または酸素原子を表し、 l は1または2を表す。なお、 W_1 と L_1 、 L_1 と L_2 、 L_2 と L_2 (l が2の時)、 L_2 と W_2 の結合は単結合でも二重結合でもよい。]

【請求項11】 前記一般式(7)のArで表される芳香族基が、ハメットの置換基定数 σ_p 値が0.02以上2以下の電子吸引性基で置換された芳香族炭化水素環基であることを特徴とする請求項8に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

【請求項12】 前記一般式(7)のArで表される芳香族基が、ハメットの置換基定数 σ_p 値が0.02以上2以下の電子吸引性基で置換された芳香族炭化水素環基であり、かつ R_{82} で表される置換基がハメットの置換規定数 σ_p 値が0.02以上2以下の電子吸引性基であることを特徴とする請求項8に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

【請求項13】 前記一般式(9)の $R_{101} \sim R_{106}$ で表される置換基の少なくとも1つが、ハメットの置換規定数 σ_p 値が0.02以上2以下の電子吸引性基であることを特徴とする請求項10に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、有機エレクトロルミネッセンス(以下有機ELとも略記する)素子に関するものである。詳しくいえば、本発明は青から青緑領域の優れた色調を有する発光輝度の高い有機エレクトロルミネッセンス素子に関するものである。

【0002】

【従来の技術】発光型の電子ディスプレイデバイスとして、エレクトロルミネッセンスディスプレイ(ELD)がある。ELDの構成要素としては、無機エレクトロルミネッセンス素子や有機エレクトロルミネッセンス素子が挙げられる。無機エレクトロルミネッセンス素子は平面型光源として使用されてきたが、発光素子を駆動させるためには交流の高電圧が必要である。有機エレクトロルミネッセンス素子は、発光する化合物を含有する発光層を、陰極と陽極で挟んだ構成を有し、発光層に電子及び正孔を注入して、再結合させることにより励起子(エキシトン)を生成させ、このエキシトンが失活する際の光の放出(蛍光・燐光)を利用して発光する素子であり、数V〜数十V程度の電圧で発光が可能であり、さらに、自己発光型であるために視野角に富み、視認性が高く、薄膜型の完全固体素子であるために省スペース、携帯性等の観点から注目されている。

【0003】しかしながら、今後の実用化に向けた有機EL素子においては、さらに低消費電力で効率よく高輝

度に発光する有機EL素子の開発が望まれている。

【0004】本発明の有機EL素子のフルカラー化方式は、蛍光発光材料をホスト化合物として、燐光性化合物をドーパントとして用いることが特徴である。

【0005】特許第3093796号では、スチルベン誘導体、ジスチリルアリーレン誘導体又はトリスチリルアリーレン誘導体に、微量の蛍光体をドーブし、発光輝度の向上、素子の長寿命化を達成している。

【0006】また、8-ヒドロキシキノリンアルミニウム錯体をホスト化合物として、これに微量の蛍光体をドーブした有機発光層を有する素子(特開昭63-264692号公報)、8-ヒドロキシキノリンアルミニウム錯体をホスト化合物として、これにキナクリドン系色素をドーブした有機発光層を有する素子(特開平3-255190号公報)が知られている。

【0007】以上のように、励起一重項からの発光を用いる場合、一重項励起子と三重項励起子の生成比が1:3であるため発光性励起種の生成確率が25%であることと、光の取り出し効率が約20%であるため、外部取り出し量子効率(η_{ext})の限界は5%とされている。ところが、プリンストン大より、励起三重項からの燐光発光を用いる有機EL素子の報告(M. A. Baldo et al., nature, 395巻、151-154ページ(1998年))がされて以来、室温で燐光を示す材料の研究が活発になってきている。例えばM. A. Baldo et al., nature, 403巻、17号、750-753ページ(2000年)、又US特許6097147号などにも開示されている。

【0008】励起三重項を使用すると、内部量子効率の上限が100%となるため、励起一重項の場合に比べて原理的に発光効率が4倍となり、冷陰極管とはほぼ同等の性能が得られ照明用にも応用可能であり注目されている。

【0009】例えば、S. Lamansky et al., J. Am. Chem. Soc., 123巻、4304ページ(2001年)等においては、多くの化合物がイリジウム錯体系など重金属錯体を中心に合成検討されている。

【0010】又、前述のM. A. Baldo et al., nature, 403巻、17号、750-753ページ(2000年)においては、ドーパントとして、トリス(2-フェニルピリジン)イリジウムを用いた検討がされている。

【0011】その他、M. E. Thompsonらは、The 10th International Workshop on Inorganic and Organic Electroluminescence (EL'00、浜松)において、ドーパントとして L_2 Ir(acac)例えば(pppy)₂Ir(acac)を、又、Moon-Jae Young, Tetsuo

Tsutsui等は、やはり、The 10th International Workshop on Inorganic and Organic Electroluminescence (EL'00、浜松)において、ドーパントとして、トリス(2-(p-トリル)ピリジン)イリジウム($\text{Ir}(\text{ptpy})_3$)、トリス(ベンゾ[h]キノリン)イリジウム($\text{Ir}(\text{bzq})_3$)、 $\text{Ir}(\text{bzq})_2\text{ClP}(\text{Bu})_3$ 等を用いた検討をおこなっている。

【0012】又、前記、S. Lamansky et al., J. Am. Chem. Soc., 123巻、4304ページ(2001年)等においても、各種イリジウム錯体を用いて素子化する試みがされている。

【0013】その他、トリス(2-フェニルピリジン)イリジウムを用いた改良についても幾つかの文献に報告されている。

【0014】これらの燐光性化合物、特にイリジウムを中心とした錯体は緑から青緑領域に燐光を有する化合物であるが、フルカラー化を実現するためには、赤色、緑色及び青の3原色領域にそれぞれ発光を示す素子材料が必要である。赤色、緑色については、ドーパントとして発光効率の高い、色度に優れた燐光性化合物がドーパントとして見いだされているが、前記イリジウムを中心とした錯体においては緑から青緑領域の発光を示し、その中でも短波な領域に発光を示す化合物であっても、長波過ぎる欠点があり、ドーパントとしてこれらの燐光性化合物を用いた系をフルカラー化したときには色再現上の問題を生じてしまう。バンドギャップがより広く、発光極大波長で、例えば420~460nmというような短波の領域で発光を示す燐光性化合物がドーパントとして必要であった。

【0015】又、高い発光効率を得るために、The 10th International Workshop on Inorganic and Organic Electroluminescence (EL'00、浜松)では、Ikaiらはホール輸送性の化合物を燐光性化合物のホストとして用いている。また、M. E. Thompsonらは、各種電子輸送性材料を燐光性化合物のホストとして、これらに新規なイリジウム錯体をドーブして用いている。さらに、Tsutsuiらは、ホールブロック層の導入により高い発光効率を得ている。

【0016】燐光性化合物をドーパントとして用いるときのホスト化合物は、燐光性化合物の発光極大波長よりも短波な領域に発光極大波長を有することが必要であるが、燐光性化合物のホスト化合物については、例えば、C. Adachi et al., Appl. Phys. Lett., 77巻、904ページ(2000年)等にも詳しく記載されているが、前記の青色領域で発光を示す燐光性化合物をドーパントとして用いた場合、従

来知られているホスト化合物よりもよりバンドギャップが広いホスト化合物が必要である。従来のホスト化合物ではバンドギャップが狭いためエネルギー移動の効率が低く、発光強度が弱い等の問題があり発光効率が高く、ホスト化合物としてもよりバンドギャップの広い短波な発光を示す蛍光性化合物が必要とされる。

【0017】

【発明が解決しようとする課題】従って本発明の目的は、有機エレクトロルミネッセンスに用いる青領域に発光色を有する燐光性化合物を提供することであり、これを用いた発光輝度の高い有機エレクトロルミネッセンス素子を提供することである。

【0018】

【課題を解決するための手段】本発明の上記目的は以下の手段により達成される。

【0019】1. 前記一般式(1)で表され、N-M-Y-Zの2面角(即ち2つの環のねじれ角)が9度以上90度未満である金属錯体を発光層に含有することを特徴とする有機エレクトロルミネッセンス素子。

【0020】2. 前記一般式(2)で表される金属錯体を発光層に含有することを特徴とする有機エレクトロルミネッセンス素子。

【0021】3. 前記一般式(3)で表される金属錯体を発光層に含有することを特徴とする有機エレクトロルミネッセンス素子。

【0022】4. 前記一般式(4)で表される金属錯体を発光層に含有することを特徴とする有機エレクトロルミネッセンス素子。

【0023】5. 前記一般式(4)において、N-M-Y-Zの2面角(即ち2つの環のねじれ角)が9度以上90度未満であることを特徴とする前記4に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

【0024】6. 前記一般式(5)で表される金属錯体を発光層に含有することを特徴とする有機エレクトロルミネッセンス素子。

【0025】7. 前記一般式(6)で表される金属錯体を発光層に含有することを特徴とする有機エレクトロルミネッセンス素子。

【0026】8. 前記一般式(7)で表される金属錯体を発光層に含有することを特徴とする有機エレクトロルミネッセンス素子。

【0027】9. 前記一般式(8)で表される金属錯体を発光層に含有することを特徴とする有機エレクトロルミネッセンス素子。

【0028】10. 前記一般式(9)で表される金属錯体を発光層に含有することを特徴とする有機エレクトロルミネッセンス素子。

【0029】11. 前記一般式(7)のArで表される芳香族基が、ハメットの置換基定数 σ_p 値が0.02以上2以下の電子吸引性基で置換された芳香族炭化水素環

基であることを特徴とする前記8に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

【0030】12. 前記一般式(7)のArで表される芳香族基が、ハメットの置換基定数 σ_p 値が0.02以上2以下の電子吸引性基で置換された芳香族炭化水素環基であり、かつ R_{82} で表される置換基がハメットの置換基定数 σ_p 値が0.02以上2以下の電子吸引性基であることを特徴とする前記8に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

【0031】13. 前記一般式(9)の $R_{101} \sim R_{106}$ で表される置換基の少なくとも1つが、ハメットの置換基定数 σ_p 値が0.02以上2以下の電子吸引性基であることを特徴とする前記10に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

【0032】以下に、本発明を詳細に説明する。本発明者等は、鋭意検討の結果、前記の一般式(1)～(9)で表される金属錯体化合物が、発光極大波長で、従来より短波の青の領域迄の発光を示す燐光性化合物である事を見だし、これをドーパントして、ホスト蛍光性化合物と共に用い有機発光層を構成することで、青領域に優れた発光色を有する有機エレクトロルミネッセンス素子(EL素子)が得られることを見出した。

【0033】即ち、本発明の金属錯体化合物はドーパントとして用いたとき、発光色は分光放射輝度計CS-1000(ミノルタ製)等の測定器で測定し、座標をCIE色度座標(「新編色色彩科学ハンドブック」108頁の図4.16(日本色彩学会編、東京大学出版会、1985))に当てはめたとき、Blue、Greenish Blue(緑青)、Blue Green(青緑)又はBluish Greenの領域に発光色を有する。

【0034】これにより、フルカラー表示のために必要な発光色が得られる。前述のように、従来から2-フェニルピリジン誘導体を配位子として有する等のイリジウム錯体系など重金属錯体が代表的であり、緑から青緑色の領域にかかる発光を示すことが知られている。しかしながら、原色としての、更に短波な青色発光を得るために、更に短波な発光を有する燐光性化合物を鋭意検討の結果、以下に示す手段によって、これらの2-フェニルピリジン誘導体、或いは同様に2つのアリール或いはヘテロアリール環が直接結合した構造の配位子を有する重金属錯体の燐光発光が短波化し、Blue～Bluish Greenという従来より短波な領域で発光しうることを見出した。

1) 2-フェニルピリジン配位子のような2つのアリール或いはヘテロアリール環の環平面のねじれ角(2面角)を大きくする。

2) 2つの環の直接結合部位の互いにオルソ位の少なくとも1つに嵩高い基を導入し2つの環平面のねじれ角(2面角)を大きくする。

3) 更に、2つのアリール或いはヘテロアリール環上の置換基、或いは該環の置換基に置換する基を電子吸引性の基とする。

【0035】以上の方法により、前記2-フェニルピリジン等の2つの環を有する配位子が配位する重金属錯体の燐光発光の波長をより短波に青領域までシフトさせることができた。

【0036】本発明に用いられる重金属錯体は、一般式(1)～(9)で表される。先ず、一般式(1)で表される化合物について説明する。

【0037】即ち、前記一般式(1)においては、AがX-M-Nと共に形成する環とBがC-Y-Zと形成する環の環平面が互いにねじれ角をもって結合していることが必要である。即ち、一般式(1)におけるN-M-Y-Zの2面角(即ち2つの環のねじれ角)が9度以上90度未満である金属錯体が、前記のような従来よりもやや短波な青の色度領域に燐光発光を示す材料であり、ドーパントとして用いたときに青の領域に高効率の発光を示す有機エレクトロルミネッセンス素子となる。

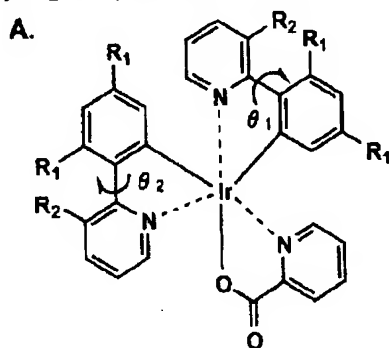
【0038】前記一般式(1)において、Nは窒素原子、Cは炭素原子を表し、Xは炭素原子、窒素原子または酸素原子を表し、Mは炭素原子または窒素原子を表し、Yは炭素原子または窒素原子を表し、Zは炭素原子または窒素原子を表し、AはX-M-Nと共に5～6員の複素環を形成するのに必要な原子群を表し、BはC-Y-Zと共に5～6員の炭化水素環または複素環を形成するのに必要な原子群を表す。また、2つの環はそれぞれ独立に置換基を有していても良く、隣接する置換基同士でさらに縮合環を形成してもよい。Meはイリジウム、プラチナまたはオスミウムを表し、 W_1 は酸素原子、窒素原子または硫黄原子を表す。 n は1、2、3又は4を表し、 m は、Meがイリジウムの時 $3-n$ を、プラチナの時 $4-n$ 又は $2-n$ を、オスミウムの時 $2-n$ を表す。 W_2 は酸素原子、窒素原子または硫黄原子を表し、 L_1 は窒素原子または炭素原子を表し、 L_2 は窒素原子または酸素原子をあらわし、 l は1または2を表す。なお、 W_1 と L_1 、 L_1 と L_2 、 L_2 と L_2 (l が2の時)、 L_2 と W_2 の結合は単結合でも二重結合でもよい。

【0039】AがX-M-Nと共に形成する5～6員の複素環とは、ピリジン、ピラジン、ピリミジン、キノリン、イソキノリン、オキサゾール、ピラゾール、ベンゾオキサゾール等のヘテロアリール環を表す。

【0040】又、BがC-Y-Zと共に形成するやはり5～6員の炭化水素環又は複素環としては、炭化水素環としてはベンゼン環、ナフタレン環等であり、複素環としては、前記のAがX-M-Nと共に形成する5～6員の複素環として挙げた物が含まれる。但し、該複素環の前記AがX-M-Nと共に形成する5～6員の複素環と直接結合する位置のオルト位が炭素原子であり、該炭素原子において、該BがC-Y-Zと共に形成する5～6

員の複素環は重金属原子と結合している。

【0041】Meとしては、これらの中でも特にイリジウムが好ましい。本発明において、一般式(1)の2つの環のねじれ角 θ とは、即ちN-M-Y-Zの2面角であり、分子力学計算によって求めた値をいう。具体的には、米国Accelrys社製分子設計支援ソフトウェアのCerius 2の分子力学計算(使用モジュールはOFF Minimizer)で錯体の構造を描画し、構造最適化を行うことにより求めたものである。この



【0044】この例のように二面角が複数ある場合、錯体の対称性によっては、 θ_1 、 θ_2 で必ずしも同じ値が求まるとは限らないが、その場合、 θ_1 、 θ_2 の平均値を θ の値とする。

【0045】本発明において、 θ は9度以上90度未満であるが、好ましいのは9度以上45度未満である。

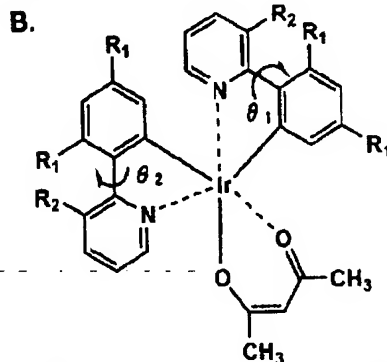
【0046】例えば、このようなフェニルピリジン誘導体を配位子として有するイリジウム錯体を選択することで、イリジウムに結合したフェニル環とやはり環の2位でイリジウムに配位したピリジン環のそれぞれの環平面

時、錯体の電荷は、Charge-Equilibration法により計算し、力場には、ユニバーサルフォースフィールドを使用する。

【0042】例えば、上記の構造の場合、2つの環のねじれ角 θ (二面角)とは、フェニルピリジンとイリジウムの錯体A及びBについて示すと、以下に示す様な、例えば、 θ_1 、 θ_2 を指す。

【0043】

【化10】



の間にねじれ角 θ_1 、 θ_2 (即ち二面角)が生じ、これがバンドギャップを広げ発光波長の波長を短波側にシフトさせる。

【0047】幾つかのフェニルピリジン誘導体が配位した前記2つのタイプのイリジウム錯体(A、B)について、上記分子計算によって得た、該ねじれ角 θ_1 、 θ_2 を、表1に示す。

【0048】

【表1】

	R ₁	R ₂	錯体 A		錯体 B	
			MM計算 (ユニバーサルフォースフィールド)		MM計算 (ユニバーサルフォースフィールド)	
			θ_1	θ_2	θ_1	θ_2
1	-H	H	1.0	1.1	0.8	0.8
2	-F	H	1.6	3.1	0.8	0.8
3	-CF ₃	H	19.1	24.4	13.0	13.0
4	-CF ₃	H	13.0	13.0	9.2	9.2
5	-Ph	H	12.4	15.8	11.2	12.1
6	-H	-CH ₃	7.7	12.6	12.6	12.6
7	-F	-CH ₃	21.7	27.1	25.1	25.1
8	-CF ₃	-CH ₃	35.5	41.6	34.7	35.9
9	-CF ₃	-CH ₃	33.9	34.2	35.1	35.1
10	-Ph	-CH ₃	31.1	31.5	32.1	32.6

【0049】この様なねじれ角を有するビアリアル誘導体を得るには、上記フェニルピリジン誘導体の場合を例にとると、フェニル環とピリジン環の互いの結合位置からみてオルト位に嵩高い立体障害ある置換基を導入するのがよい。

【0050】従って、本発明を別の見方でみると、前記

一般式(2)における様に、置換基R₁及びR₂の立体パラメータEsの総和が-0.6以下である様を選ぶ必要がある。この様な置換基を選択することによりビアリアル環の、例えば、上記におけるフェニル環とピリジン環の各環平面が立体障害のためねじれを生じ、それぞれの環平面間にねじれ(二面角)が生ずることとなる。

【0051】前記一般式(2)で表される化合物は、このような嵩高い基をビアリアル配位子の二つのアリール環の、それぞれが結合した位置に対しオルソ位の少なくとも1つに有していることが特徴である。一般式(2)において、Nは窒素原子、Cは炭素原子を表し、Xは炭素原子、窒素原子、酸素原子または硫黄原子を表し、(ただし、Xが酸素原子及び硫黄原子の場合にはR₁は存在しない)Mは炭素原子または窒素原子を表し、Yは炭素原子または窒素原子を表し、Zは炭素原子または窒素原子を表し、AはX-M-Nと共に5～6員の複素環を形成するのに必要な原子群を表し、BはC-Y-Zと共に5～6員の炭化水素環または複素環を形成するのに必要な原子群を表し、である。Meはイリジウム、プラチナまたはオスミウムを表す。nは1、2、3又は4を表し、mは、Meがイリジウムの時3-nを、プラチナの時4-n又は2-nを、オスミウムの時2-nを表す。W₁は酸素原子、窒素原子または硫黄原子を表し、W₂は酸素原子、窒素原子または硫黄原子を表し、L₁は窒素原子または炭素原子を表し、L₂は窒素原子または酸素原子をあらわし、lは1または2を表す。なお、W₁とL₁、L₁とL₂、L₂とL₂(lが2の時)、L₂とW₂の結合は単結合でも二重結合でもよい。ここにおいて、R₁およびR₂は置換基または水素原子を表すが、R₁とR₂の少なくとも一方は置換基を表し、R₁とR₂の立体パラメータE_s値の総和が-0.6以下となるように選ばれる。それにより2つの環平面間にねじれを生じねじれ角θを生ずることとなる。

【0052】ここで、E_s値とは化学反応性より誘導された立体パラメーターであり、この値が小さければ小さいほど立体的に嵩高い置換基ということができる。

【0053】以下、E_s値について説明する。一般に、酸性条件下でのエステルの加水分解反応においては、置換基が反応の進行に対して及ぼす影響は立体障害だけと考えるとよいことが知られており、この事を利用して置換基の立体障害を数値化したものがE_s値である。

【0054】置換基XのE_s値は、次の化学反応式

$$X-CH_2COOR_X + H_2O \rightarrow X-CH_2COOH + R_X OH$$

で表わされる、酢酸のメチル基の水素原子1つを置換基Xで置換したα位モノ置換酢酸から誘導されるα位モノ置換酢酸エステルを酸性条件下で加水分解する際の反応速度定数k_xと、次の化学反応式

$$CH_3COOR_Y + H_2O \rightarrow CH_3COOH + R_Y OH$$
(R_xはR_yと同じである)で表わされる、上記のα位モノ置換酢酸エステルに対応する酢酸エステルを酸性条件下で加水分解する際の反応速度定数k_Hから次の式で求められる。

【0055】 $E_s = \log(k_x/k_H)$
置換基Xの立体障害により反応速度は低下し、その結果k_x<k_Hとなるので、E_s値は通常負となる。

【0056】実際にE_s値を求める場合には、上記の二つの反応速度定数k_xとk_Hを求め、上記の式により算出する。

【0057】E_s値の具体的な例は、Unger, S. H., Hansch, C., Prog. Phys. Org. Chem., 12, 91 (1976)に詳しく記載されている。また、『薬物の構造活性相関』(化学の領域増刊122号、南江堂)、「American Chemical Society Professional Reference Book, 'Exploring QSAR' p. 81 Table 3-3」にも、その具体的な数値の記載がある。次にその一部を表2に示す。

【0058】ここで、注意するのは、本明細書で定義するところのE_s値は、メチル基のそれを0として定義したのではなく、水素原子を0としたものであり、メチル基を0としたE_s値から1.24を差し引いたものである。

【0059】本発明においてE_s値は、-0.6以下である。好ましくは、-7.0以上-0.6以下である。最も好ましくは、-7.0以上-1.0以下である。

【0060】

【表2】

置換基	E _s 値
水素原子	0
メチル基	-1.24
エチル基	-1.31
イソプロピル基	-1.71
tert-ブチル基	-2.78
フェニル基	-1.01
メトキシ基	-0.55
アミノ基	-0.61
水酸基	-0.55
塩素原子	-0.97
臭素原子	-1.16
トリフルオロメチル基	-2.4
トリクロロメチル基	-3.3
メルカプト基	-1.07
シアノ基	-0.51

【0061】従って、一般式(3)で示されるような、AがN-M-Xとで形成する環が結合する位置の隣接位置で、もう一つの環が更に縮合環を形成している場合にも同様の効果を得ることができる。例えばこれらの例として化合物例13, 14, 16が挙げられる。

【0062】又、前記の例えばフェニルピリジンのようなビアリアル配位子の2つの環を電子吸引性の基で置換することによって、これらのイリジウム錯体の燐光発光波長を短波化することが出来る。これを一般式で示すと前記一般式(4)で表されるが、一般式(4)におい

て、2つの環それぞれに置換する電子吸引性基、EWG 1及びEWG 2の σ_p 値の総計は0.15以上、2以下が選ばれる。

【0063】本発明において置換基の σ_p 値が0以上の電子吸引性基の代表例としては、シアノ基、ニトロ基、ハロゲン原子（フッ素原子、塩素原子、臭素原子）、ホルミル基、ペンタフルオロフェニル基、カルバモイル基（例えば、カルバモイル、モルホリノカルバモイル、N-メチルカルバモイル等の各基）、トリフルオロメチル基、トリクロロメチル基、アルコキシカルボニル基（例えば、メトキシカルボニル、エトキシカルボニル等の各基）、スルファモイル基（例えば、スルファモイル、モルフォリノスルホニル、N、N-ジメチルスルファモイル等の各基）、アシル基（例えば、アセチル、ベンゾイル等の各基）、スルホニル基（例えば、メタンスルホニル、エタンスルホニル、ベンゼンスルホニル、トルエンスルホニル等の各基）等が挙げられる。

【0064】 σ_p 値は、Hammett等によって安息香酸エステルの加水分解に及ぼす置換基の電子的効果から求められた置換基定数であり、ジャーナル・オブ・オーガニック・ケミストリー23巻、420-427（1958）、実験化学講座14巻（丸善出版社）、フィジカル・オーガニック・ケミストリー（McGraw-Hill Book社：1940）、ドラッグデザインVII巻（Academic Press New York：1976）、薬物の構造活性相関（南江堂：1979）等に詳しく記載されている。

【0065】更に好ましい本発明の金属錯体は一般式（4）で表される錯体の中、N-M-Y-Zの2面角が9度以上90度未満であるものである。即ち、金属錯体を形成するビアリール型の配位子が、少なくとも1つの置換基で置換されており、かつ、該置換基の σ_p 値の総和が0.15以上2以下であり、なおかつ、一般式（4）においてN-M-Y-Zの2面角が9度以上90度未満であるものである。更に好ましくは一般式（4）においてN-M-Y-Zの2面角が9度以上45度未満のものであり、これにより電子吸引性基を有し、且つ、ビアリールを構成するそれぞれの環平面がねじれた構造となっているという2重の効果があり、燐光発光を短波化する上で好ましい。

【0066】一般式（5）で表される金属錯体は、ビアリール配位子を構成する2つの環のうち一方がフェニル基であるものであり、一般式（2）のより好ましい構造を示す。即ち、一般式（5）においては、該フェニル基中の他の（ヘテロ）アリール環が結合する位置の隣接位に置換基R₆₁を有しており、該置換基は前記立体パラメータE s値が-0.6以下であることが好ましい。

【0067】更に好ましい、本発明に用いる金属錯体は一般式（6）で表される。一般式（6）は配位子として2-フェニルピリジン有する。該フェニルピリジン配位子上の置換基特にR₇₁及びR₇₅は水素或いは置換基を表すが、R₇₁及びR₇₅の少なくとも一方は置換基であり、又、R₇₁及びR₇₅のそれぞれの立体パラメータの総和は-0.6以下である。R₇₁及びR₇₅のいずれか或いは両方にE s値小さい基を導入することでフェニル、ピリジン骨格のそれぞれの環平面同士にねじれを生じる。

【0068】一般式（7）について、説明する。一般式（7）においてはフェニル基のピリジル基との結合位に対してオルト位に嵩高い基としてアリール基が置換されているものである。例えばフェニル基を例にとると、前記E s値で-1.01であり立体パラメータが小さく本発明の効果が大きい。

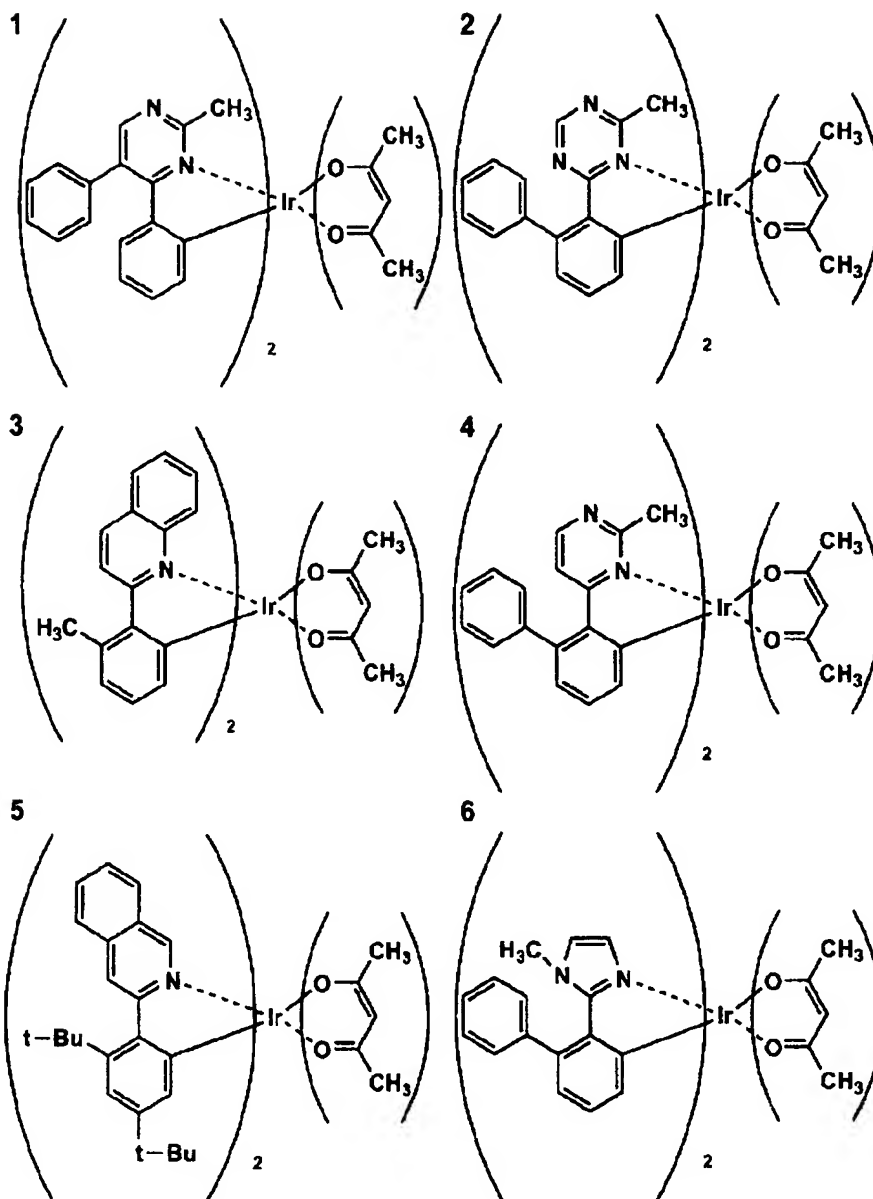
【0069】一般式（8）は、一方の環構造がフェニル基であるビアリール配位子が配位した金属錯体であるが、この様に一方がフェニル環である場合、置換基の選択が比較的自由にあり、例えば、R₉₁～R₉₄のフェニル置換基が、それぞれの置換基の σ_p 値の総和を0.15以上2.0以下というように選択できる点好ましい。

【0070】一般式（9）は、2-フェニルピリジンのフェニル部分が、ピリジル基が結合する部位の隣接位を含む縮合環を形成していることが特徴である。縮合環の形成も、2つの環が同一平面となる構造をとるのを立体的に妨げるので、上記一般式（3）、（5）及び（7）における同様の効果をもたらす好ましい。

【0071】以下に、本発明に係わる前記一般式（1）～（9）で表される金属錯体の具体例を示すが、これらに限定されるものではない。

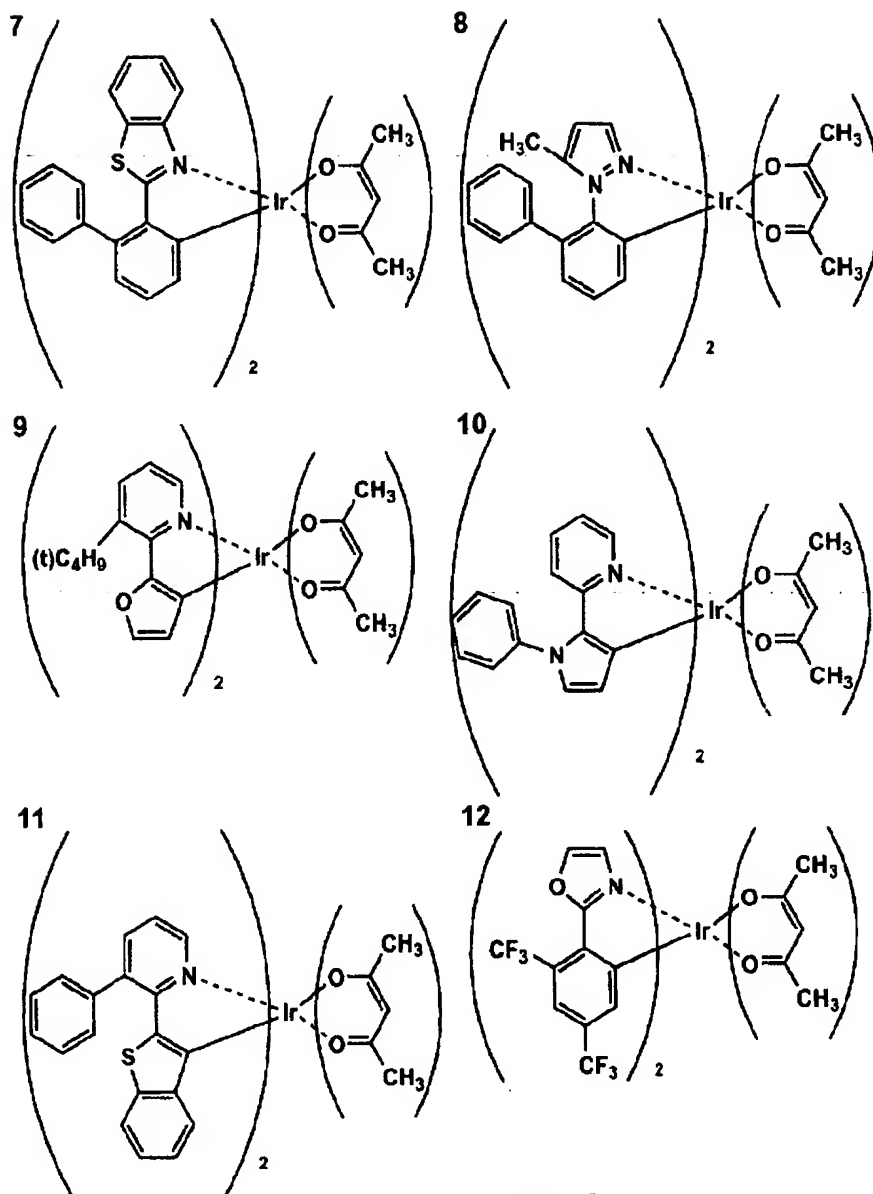
【0072】

【化11】



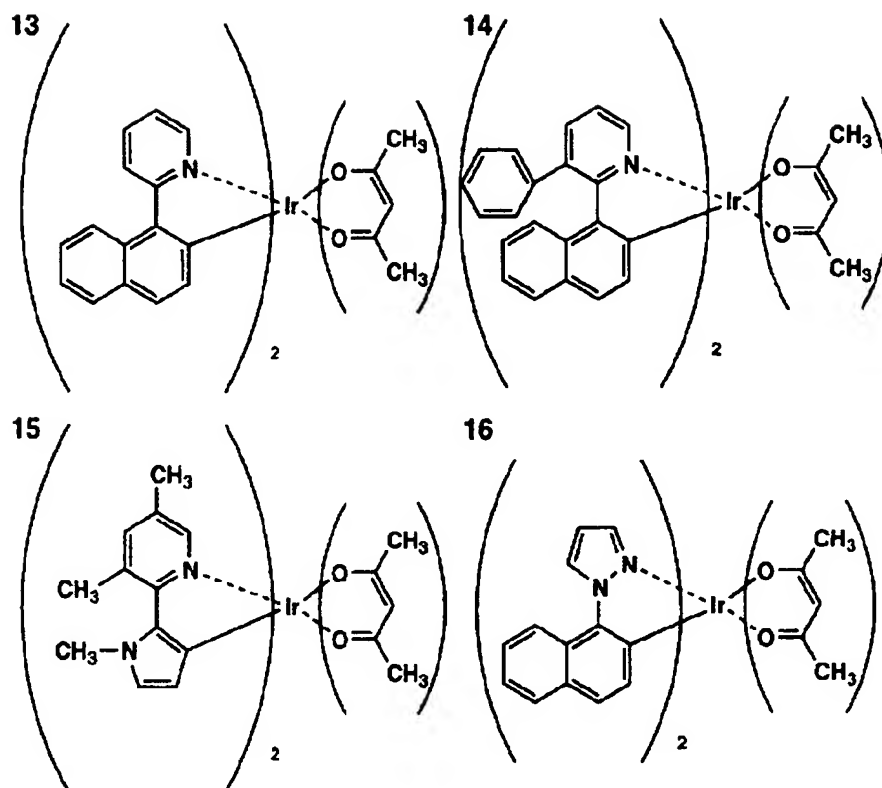
【0073】

【化12】



【0074】

【化13】



【0075】


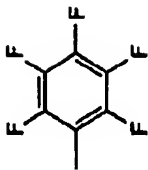
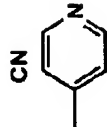
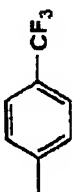
【化14】

	n	m	R ₁	R ₂	R ₃	R ₄	R ₅	R ₆	R ₇	R ₈	R ₉	R ₁₀
17	2	1	CH ₃	H							CH ₃	CH ₃
18	2	1	H	CH ₃							CH ₃	CH ₃
19	2	1	H	C ₂ H ₅							CH ₃	CH ₃
20	2	1	CH ₃	CH ₃							CH ₃	CH ₃
21	3	0	CH ₃	CH ₃							t-Bu	t-Bu
22	2	1	CH ₃	CH ₃							CF ₃	CF ₃
23	2	1	H	t-Bu					t-Bu		CH ₃	CH ₃
24	2	1	H	CH ₃					CH ₃		CH ₃	CH ₃
25	3	0	H	CH ₃					CH ₃		CH ₃	CH ₃
26	2	1	Ph	H							CH ₃	CH ₃
27	2	1	H	Ph							CH ₃	CH ₃

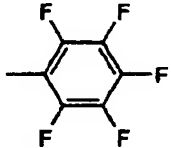
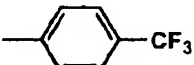

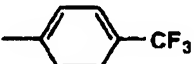
【0076】

【化15】

【0077】

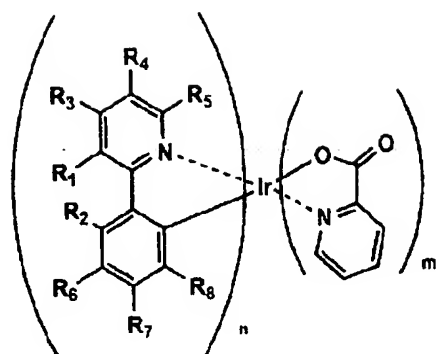
	n	m	R ₁	R ₂	R ₃	R ₄	R ₅	R ₆	R ₇	R ₈	R ₉	R ₁₀
28	2	1	CF ₃	H							CH ₃	CH ₃
29	2	1	H	CF ₃					CF ₃		CH ₃	CH ₃
30	2	1	H	(CH ₃) ₃ Si							CH ₃	CH ₃
31	2	1	H	Cl					Cl		Ph	Ph
32	2	1	H	Br					Br		t-Bu	t-Bu
33	2	1	Ph	H	Ph	Ph					CH ₃	CH ₃
34	2	1	H								CH ₃	CH ₃
35	2	1	H				CCl ₃	CCl ₃			CH ₃	CH ₃
36	2	1	H								CH ₃	CH ₃
37	2	1	H	F				F	F	F	CH ₃	CH ₃
38	2	1	H	CH ₃							CH ₃	CH ₃
39	2	1	H								CH ₃	CH ₃
40	2	1	H								CH ₃	CH ₃

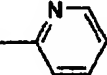
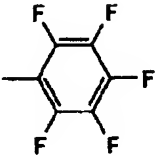
【化16】

	n	m	R ₁	R ₂	R ₃	R ₄	R ₅	R ₆	R ₇	R ₈	R ₉	R ₁₀
41	2	1	H								CH ₃	CH ₃
42	3	0	H								Ph	Ph
43	2	1	H						F		CH ₃	CH ₃
44	2	1	H						CF ₃		CH ₃	CH ₃

【0078】

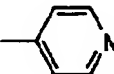
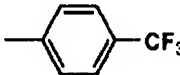
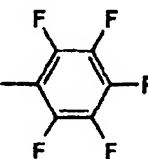
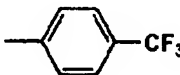

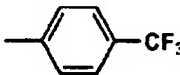
【化17】



	n	m	R ₁	R ₂	R ₃	R ₄	R ₅	R ₆	R ₇	R ₈
45	2	1	CH ₃	H						
46	2	1	H	CH ₃						
47	2	1	H	C ₂ H ₅						
48	2	1	CH ₃	CH ₃						
49	2	1	H	t-Bu					t-Bu	
50	2	1	H	CH ₃					CH ₃	
51	3	0	H	CH ₃					CH ₃	
52	2	1	Ph	H						
53	2	1	H	Ph						
54	2	1	CF ₃	H						
55	2	1	H	CF ₃					CF ₃	
56	2	1	H	(CH ₃) ₃ Si						
57	2	1	H	Cl					Cl	
58	2	1	H	Br					Br	
59	2	1	Ph	H	Ph	Ph				
60	2	1	H							
61	2	1	H		CCl ₃	CCl ₃				
62	2	1	H							

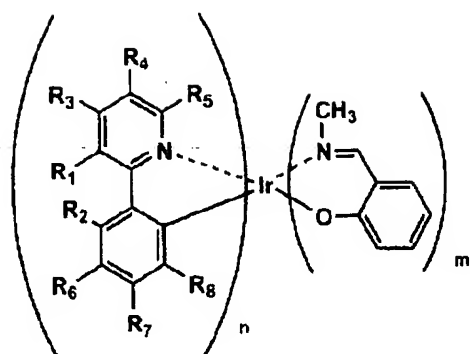
【0079】

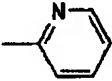
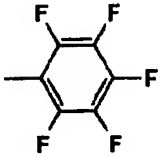
【化18】

	n	m	R ₁	R ₂	R ₃	R ₄	R ₅	R ₆	R ₇	R ₈
63	2	1	H	F				F	F	F
64	2	1	H	CH ₃	CN					
65	2	1	H							
66	2	1	H							
67	2	1	H							
68	3	0	H							
69	2	1	H						F	
70	2	1	H						CF ₃	

【0080】

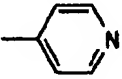
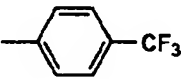
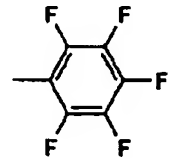
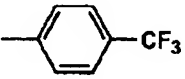
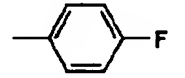
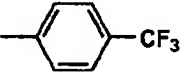
【化19】



	n	m	R ₁	R ₂	R ₃	R ₄	R ₅	R ₆	R ₇	R ₈
71	2	1	CH ₃	H						
72	2	1	H	CH ₃						
73	2	1	H	C ₂ H ₅						
74	2	1	CH ₃	CH ₃						
75	3	0	CH ₃	CH ₃						
76	2	1	H	t-Bu					t-Bu	
77	2	1	H	CH ₃					CH ₃	
78	3	0	H	CH ₃					CH ₃	
79	2	1	Ph	H						
80	2	1	H	Ph						
81	2	1	CF ₃	H						
82	2	1	H	CF ₃					CF ₃	
83	2	1	H	(CH ₃) ₃ Si						
84	2	1	H	Cl					Cl	
85	2	1	H	Br					Br	
86	2	1	Ph	H	Ph	Ph				
87	2	1	H							
88	2	1	H				CCl ₃	CCl ₃		
89	2	1	H							

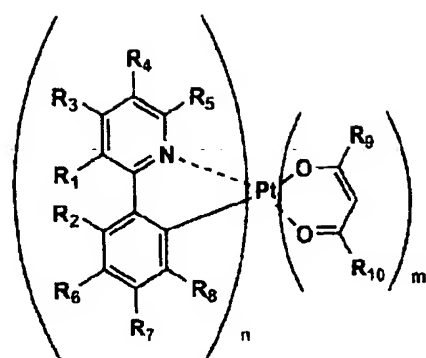
【0081】

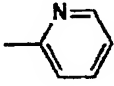
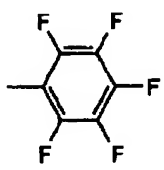
【化20】

	n	m	R ₁	R ₂	R ₃	R ₄	R ₅	R ₆	R ₇	R ₈
90	2	1	H	F				F	F	F
91	2	1	H	CH ₃	CN					
92	2	1	H							
93	2	1	H							
94	2	1	H							
95	3	0	H							
96	2	1	H						F	
97	2	1	H						CF ₃	

【0082】

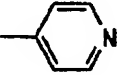
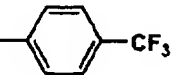
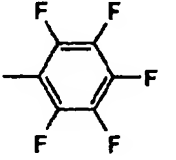
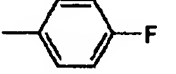
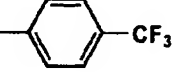
【化21】



	n	m	R ₁	R ₂	R ₃	R ₄	R ₅	R ₆	R ₇	R ₈	R ₉	R ₁₀
98	3	1	CH ₃	H							CH ₃	CH ₃
99	3	1	H	CH ₃							CH ₃	CH ₃
100	3	1	H	C ₂ H ₅							CH ₃	CH ₃
101	3	1	CH ₃	CH ₃							CH ₃	CH ₃
102	3	1	H	t-Bu					t-Bu		CH ₃	CH ₃
103	3	1	H	CH ₃					CH ₃		CH ₃	CH ₃
104	3	1	Ph	H							CH ₃	CH ₃
105	3	1	H	Ph							CH ₃	CH ₃
106	3	1	CF ₃	H							CH ₃	CH ₃
107	3	1	H	CF ₃							CH ₃	CH ₃
108	3	1	H	(CH ₃) ₃ Si							CH ₃	CH ₃
109	3	1	H	Cl					Cl		CH ₃	CH ₃
110	3	1	H	Br					Br		CH ₃	CH ₃
111	3	1	Ph	H	Ph	Ph					CH ₃	CH ₃
112	3	1	H								CH ₃	CH ₃
113	3	1	H					CCl ₃	CCl ₃		CH ₃	CH ₃
114	3	1	H								CH ₃	CH ₃
115	3	1	H	F				F	F	F	CH ₃	CH ₃

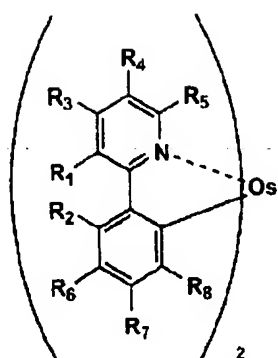
【0083】

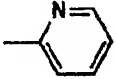
【化22】

	n	m	R ₁	R ₂	R ₃	R ₄	R ₅	R ₆	R ₇	R ₈	R ₉	R ₁₀
116	3	1	H	CH ₃	CN							
117	3	1	H								CH ₃	CH ₃
118	3	1	H								CH ₃	CH ₃
119	3	1	H								CH ₃	CH ₃
120	3	1	H						F		CH ₃	CH ₃
121	3	1	H						CF ₃		CH ₃	CH ₃

【0084】

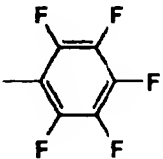
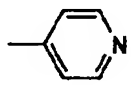

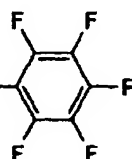
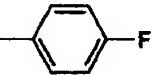

【化23】



	R ₁	R ₂	R ₃	R ₄	R ₅	R ₆	R ₇	R ₈
122	CH ₃	H						
123	H	CH ₃						
124	H	C ₂ H ₅						
125	CH ₃	CH ₃						
126	H	t-Bu					t-Bu	
127	H	CH ₃					CH ₃	
128	Ph	H						
129	H	Ph						
130	CF ₃	H						
131	H	CF ₃						
132	H	(CH ₃) ₃ Si						
133	H	Cl					Cl	
134	H	Br					Br	
135	Ph	H	Ph	Ph				
136	H							

【0085】

【化24】

	R ₁	R ₂	R ₃	R ₄	R ₅	R ₆	R ₇	R ₈
137	H				CCl ₃	CCl ₃		
138	H							
139	H	F				F	F	F
140	H	CH ₃	CN					
141	H							
142	H							
143	H							
144	H						F	
145	H						CF ₃	

【0086】以下にこれら本発明に係わる金属錯体化合物の代表的合成例を示すが、これらに限定されるものではない。

【0087】合成例（化合物27）

Chem. Commun., 1998, 2439の記載の処方に従い、中間体1を合成した。

【0088】更に、中間体1を用いて、J. Am. Ch

Anal. Found C, 62.45; H, 4.08; N, 3.91

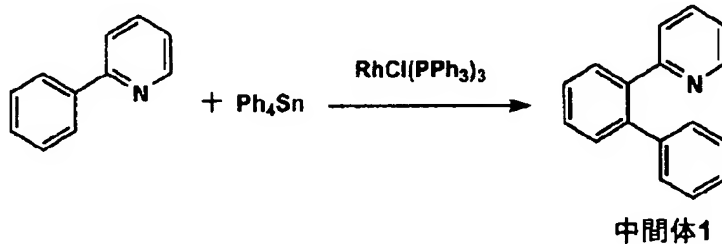
Calcd C, 62.30; H, 4.16; N, 3.73

【0090】

em. Soc., 2001, 123, 4304に記載の、イリジウム錯体の処方を参考にして、化合物27を合成した。中間体1からの収率は45%だった。なお、化合物は、¹H-NMRおよび元素分析により同定した。

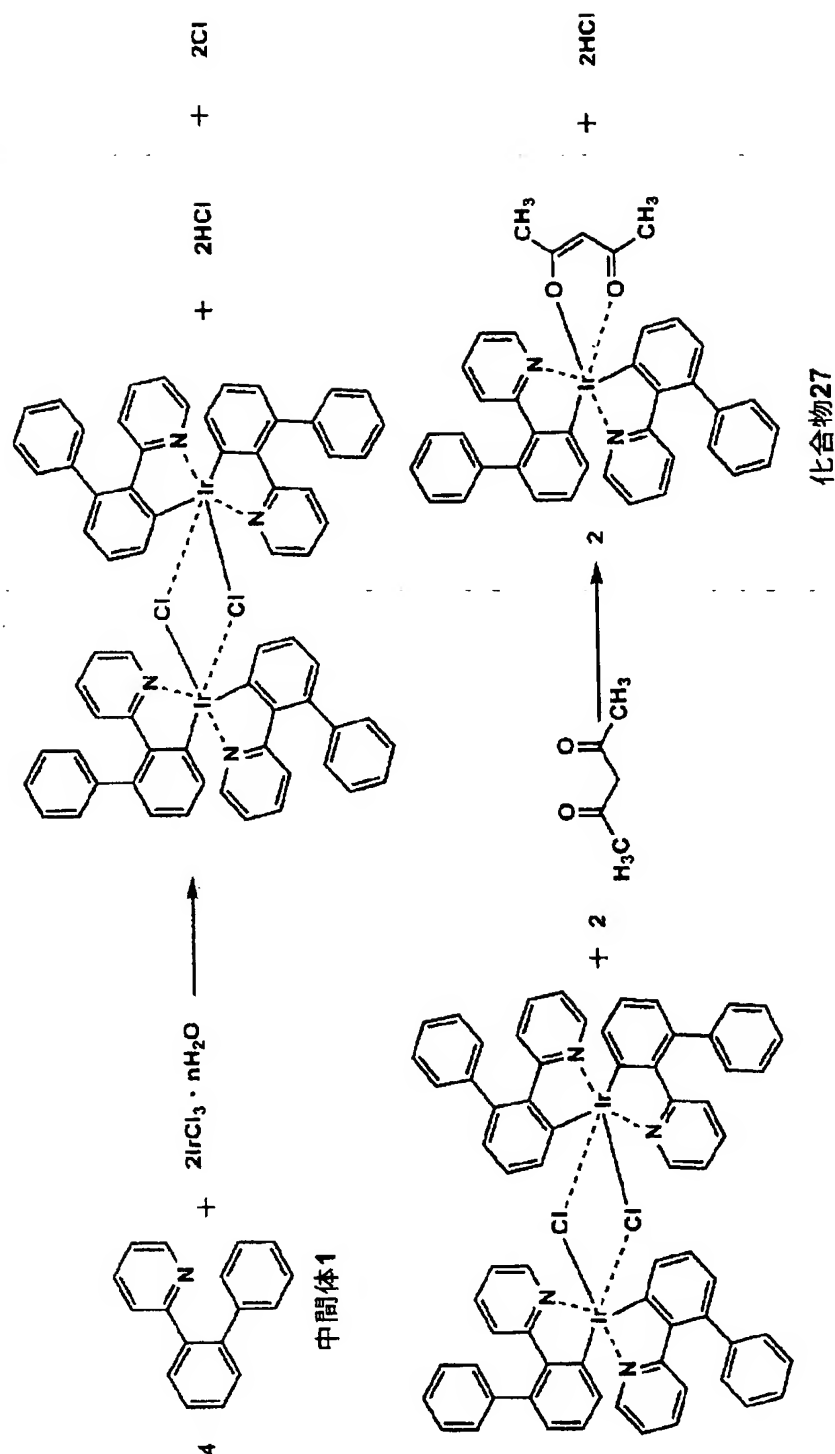
【0089】

【化25】



【0091】

【化26】



【0092】合成例 (化合物13)

J. Heterocycl. Chem., 1992, 29, 1673に記載の処方に従い、2-(1-naphthyl)pyridineを合成し、更に、上記化合物27と同様の処方を用いて、化合物13を合成した。

Anal. Found C, 60.12; H, 3.99; N, 3.87
Calcd C, 60.07; H, 3.89; N, 4.00

これらの、例えば、350nmから440nm、更に好

2-(1-naphthyl)pyridineからの収率は58%だった。なお、化合物は、¹H-NMRおよび元素分析により同定した。

【0093】

ましくは390nm~410nmの範囲に蛍光極大波長

を有する蛍光性化合物をホスト化合物として用い、本発明に係わる前記青～青紫の領域に燐光をもったイリジウム金属錯体を用いる事で緑領域に電界発光する有機EL素子を得ることが出来る。

【0094】本発明において、蛍光性化合物は光励起により2個の電子スピンの反平行の状態である励起一重項からの発光が観測される化合物のことであり、燐光性化合物は光励起により2個の電子スピンの平行の状態である励起三重項からの発光が観測される化合物である。ここで、本発明に記載の燐光性化合物では、前記蛍光性化合物の励起一重項状態、または、励起三重項状態からのエネルギー移動により、室温（15～30℃）において励起三重項状態が形成されると考えられる。

【0095】本発明において、蛍光性化合物の蛍光極大波長は、蛍光性化合物をガラス基板上に100nm蒸着したときの蒸着膜の蛍光スペクトルを測定した時の極大値である。

【0096】従って、本発明の有機エレクトロルミネッセンス素子においては、発光層は、好ましくは、蛍光性化合物と燐光性化合物の両方を含有するが、前記の金属錯体化合物を燐光性化合物として用いると、フルカラー表示をする際の青の原色として優れた、青～青緑領域の発光色が認められた。

【0097】本発明において、ドーパントとして組み込む前記燐光性化合物の燐光発光極大波長は、ホストの蛍光性化合物の蛍光極大波長に比べより長波であり、これによりドーパントとして組み込んだ燐光性化合物の励起三重項による発光を利用した有機エレクトロルミネッセンス（EL）素子を得ることができる。したがって、素子を構成した状態において電界発光により得られる発光極大波長は、該ホストとして用いた蛍光性化合物の単独での蛍光極大波長（蛍光性化合物をガラス上に100nm蒸着したときの蒸着膜で蛍光スペクトルを測定した時の極大値）よりも長波である。

【0098】本発明の燐光性化合物は溶液中の燐光量子収率が、25℃において0.001以上である。好ましくは、0.01以上である。さらに好ましくは、0.1以上である。

【0099】以下に、励起三重項状態の量子収率 ϕ_p の測定手段及びその理論について述べる。

【0100】励起一重項状態から基底状態へは無輻射遷移と蛍光放出により、それぞれ速度定数、 k_{sn} 、 k_f で

励起エネルギーを失う。この他に、励起三重項状態への遷移が速度定数、 k_{isc} で起き失活する。ここで、励起一重項状態の寿命、 τ_s は次式で定義される。

$$【0101】\tau_s = (k_{sn} + k_f + k_{isc})^{-1}$$

また、蛍光の量子収率、 ϕ_f は次式で定義される。

$$【0102】\phi_f = k_f \cdot \tau_s$$

励起三重項状態から基底状態へは無輻射遷移と燐光放出によりそれぞれ、速度定数、 k_{tn} 、 k_p で失活する。また、励起三重項状態の寿命、 τ_t は次式で定義される。

$$【0103】\tau_t = (k_{tn} + k_p)^{-1}$$

τ_t は $10^{-6} \sim 10^{-3}$ 秒であり、長いものは数秒に及ぶ場合もある。そして、燐光の量子収率、 ϕ_p は励起三重項状態の生成の量子収率、 ϕ_{st} を用いて次のように定義される。

$$【0104】\phi_p = \phi_{st} \cdot k_p \cdot \tau_t$$

上記パラメータは、第4版実験化学講座7の分光IIの398ページ（1992年版、丸善）に記載の方法により測定することが出来る。上記パラメータ中、燐光性化合物の溶液中での燐光量子収率は種々の溶媒を用いて測定できるが、本発明においては溶媒としてテトラヒドロフランを用いて測定を行ったものである。

【0105】本発明に係わる前記化合物の燐光発光波長は前述のように従来知られているイリジウム等の金属錯体が示す発光領域に比べて短波であり（ブルーの領域に近い）、該化合物の三重項を利用した発光素子においては、従来よりも蛍光体であるホスト化合物の発光波長を更に短波にする必要がある。即ち広いバンドギャップを有する化合物と組み合わせるのが好ましい。

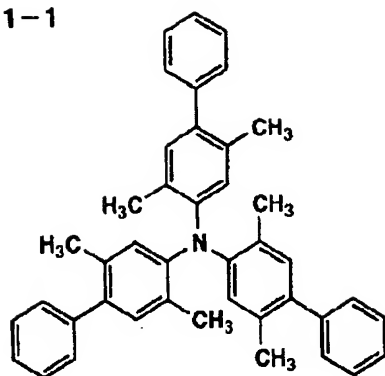
【0106】従来、ホスト化合物として用いる蛍光性化合物の蛍光極大波長は350nmから440nmであることが好ましく、更に好ましいのは390nm～410nmである。

【0107】本発明において、ホスト化合物として有利に用いられる蛍光性化合物の例を以下に示す。これらのなかでもバンドギャップの広いトリアールアミン、ビフェニル化合物等が本発明に係わる燐光性化合物と共に発光層に用いられるものとして好ましい。しかしながらこれらの化合物は発光層に用いられるほか、正孔輸送層に用いることも好ましい。

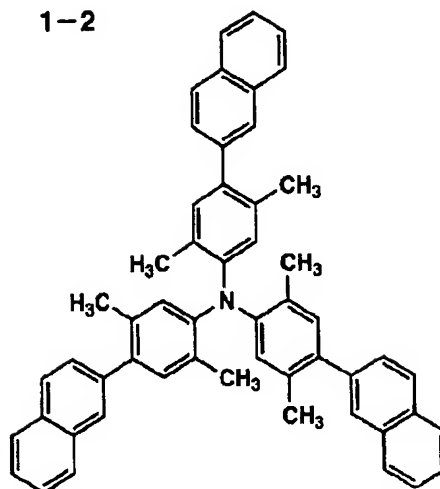
【0108】

【化27】

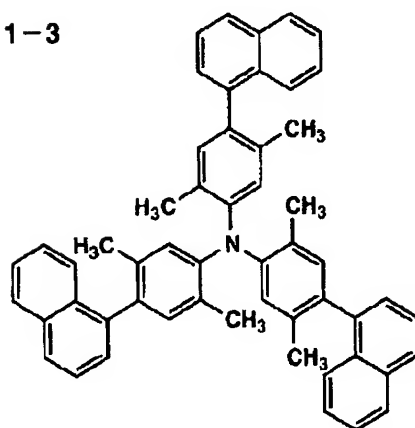
1-1



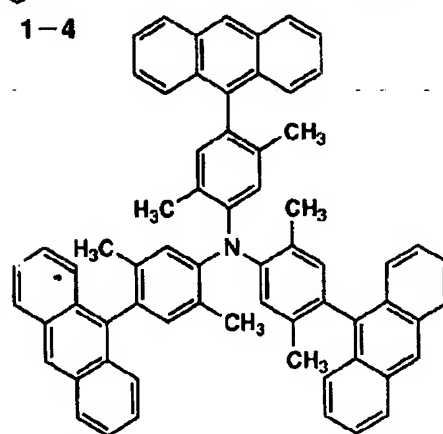
1-2



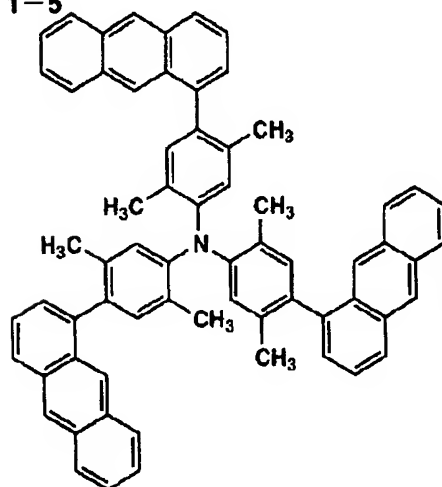
1-3



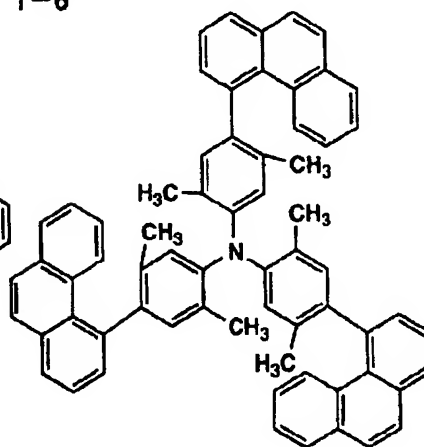
1-4



1-5



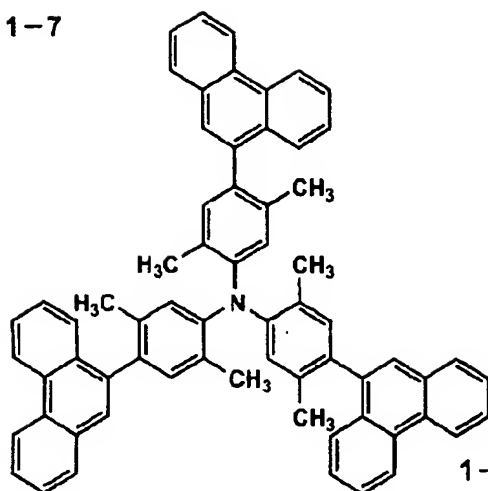
1-6



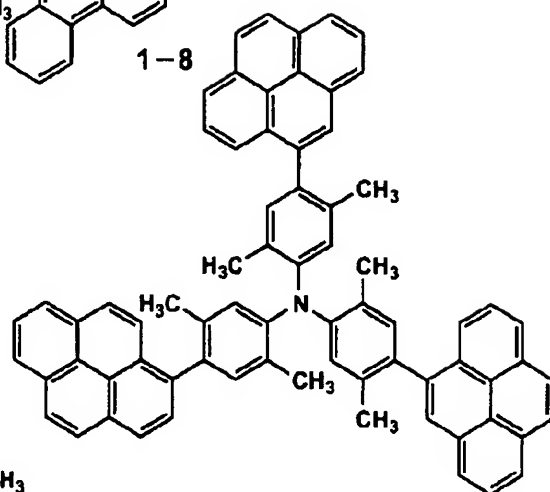
【0109】

【化28】

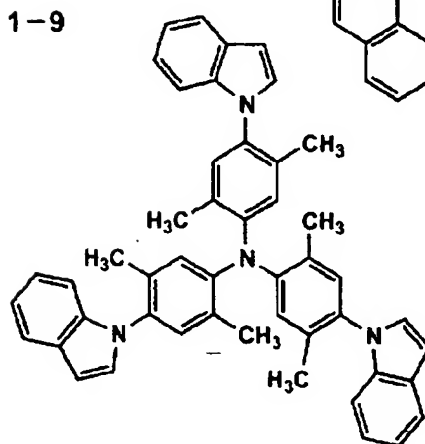
1-7



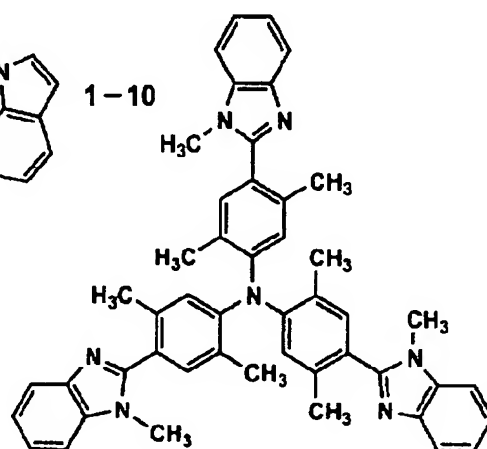
1-8



1-9



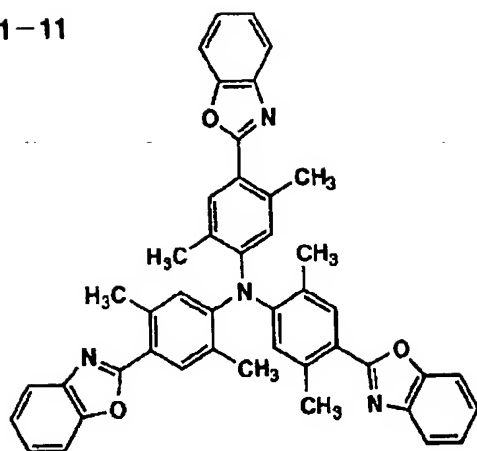
1-10



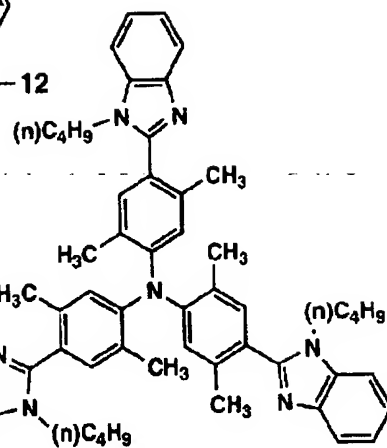
【0110】

【化29】

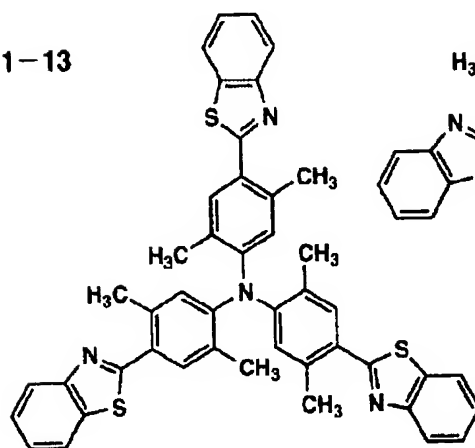
1-11



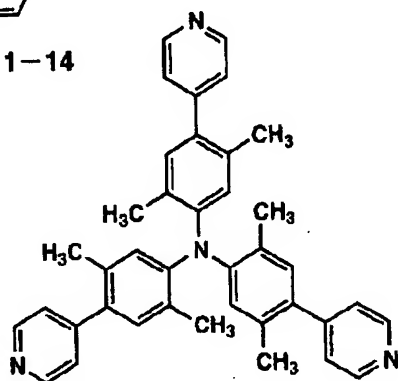
1-12



1-13



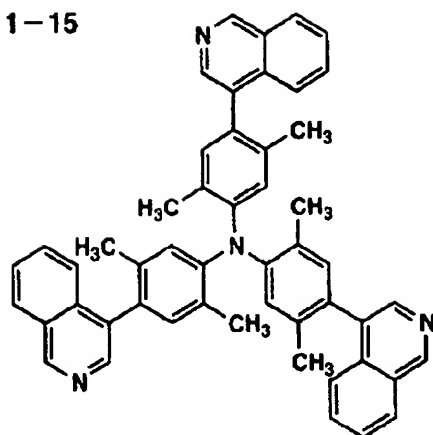
1-14



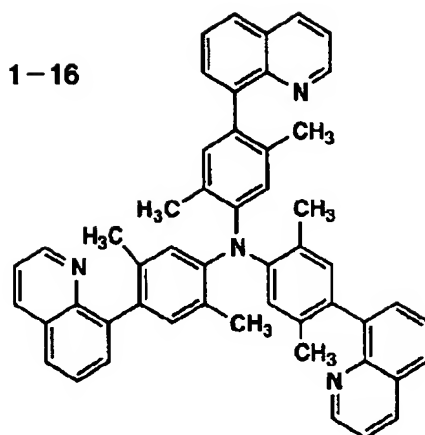
【0111】

【化30】

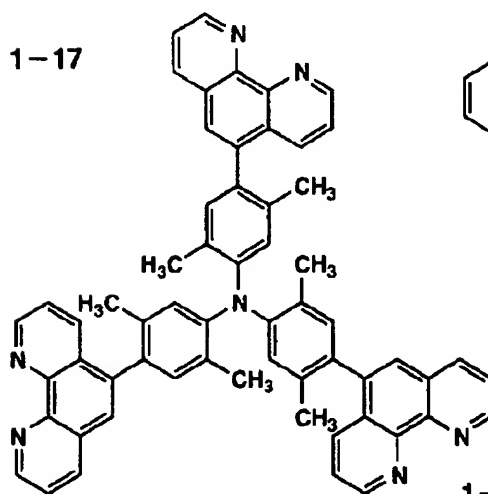
1-15



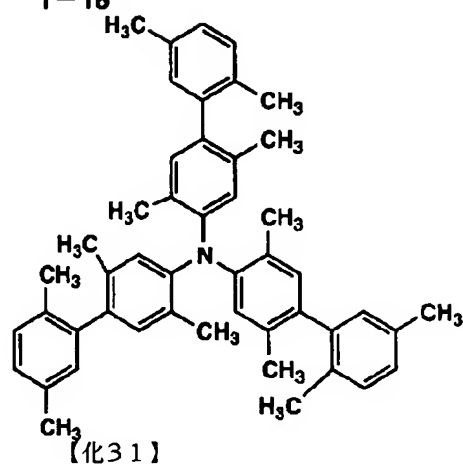
1-16



1-17



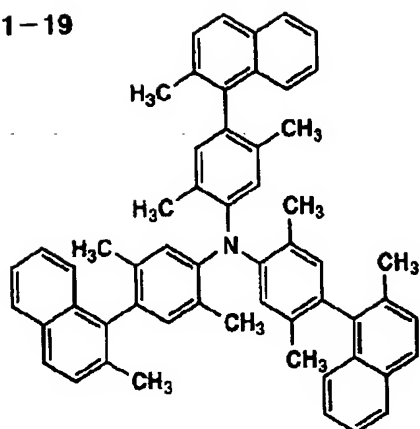
1-18



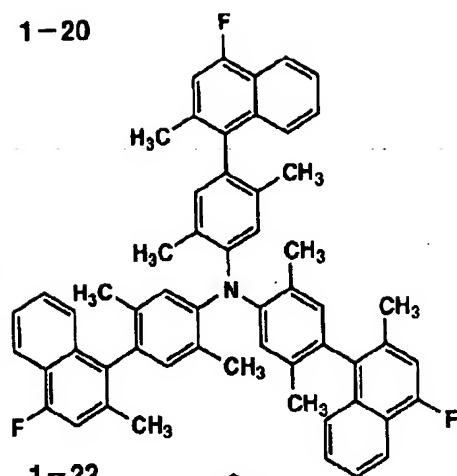
【0112】

【化31】

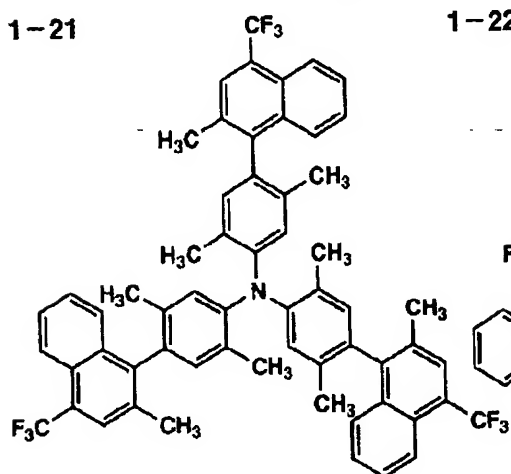
1-19



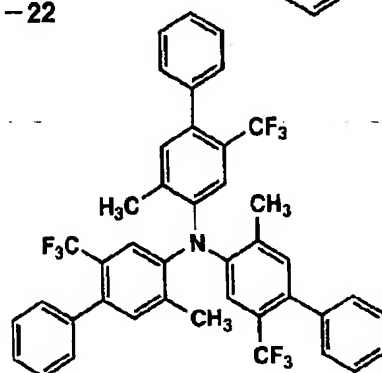
1-20



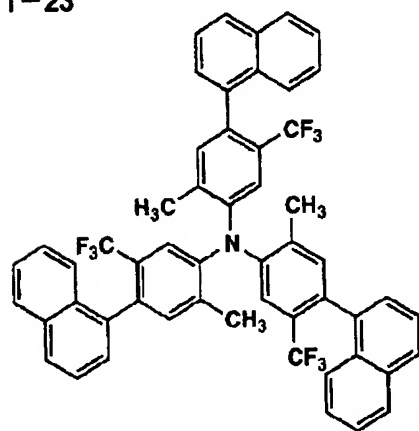
1-21



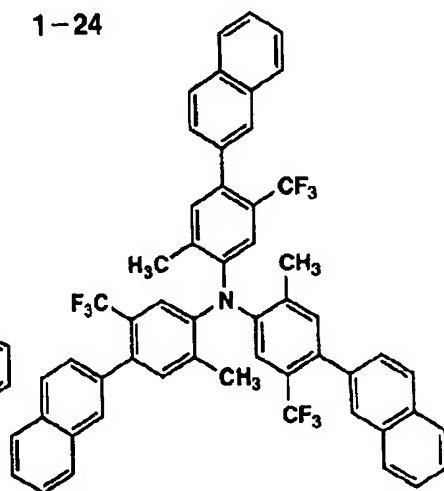
1-22



1-23



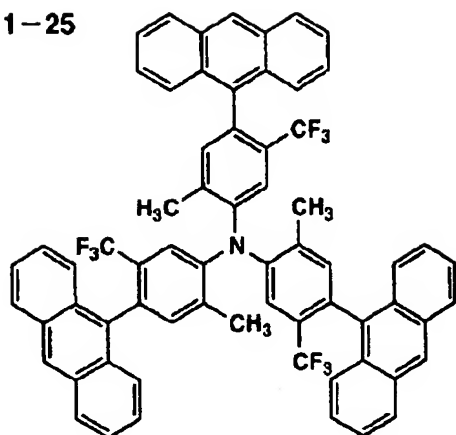
1-24



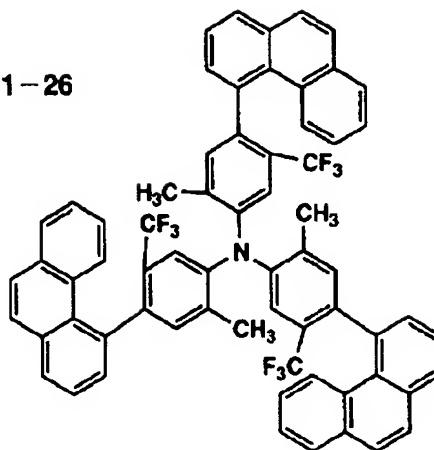
【0113】

【化32】

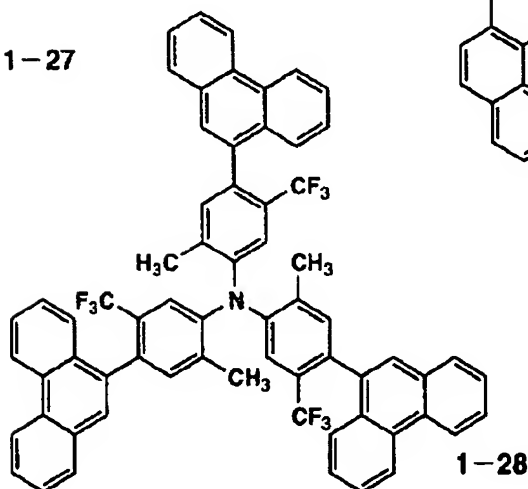
1-25



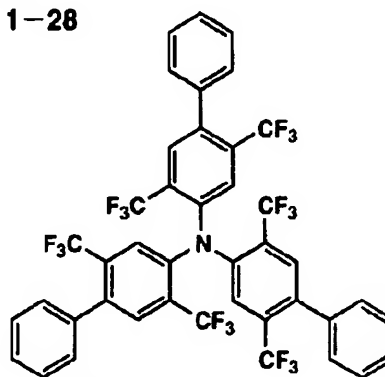
1-26



1-27



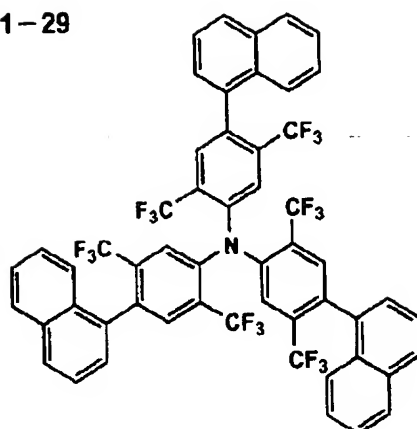
1-28



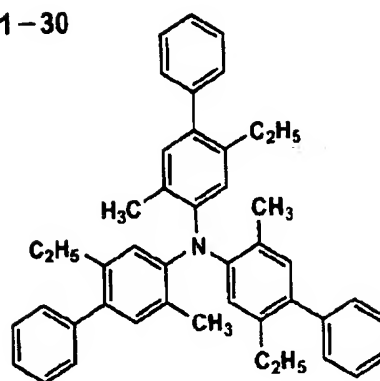
【0114】

【化33】

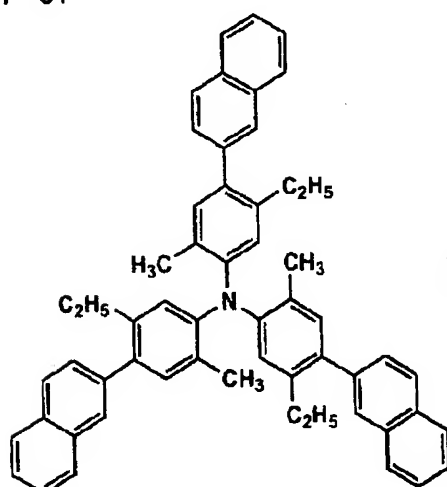
1-29



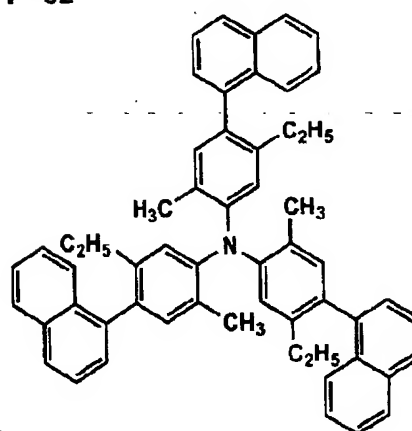
1-30



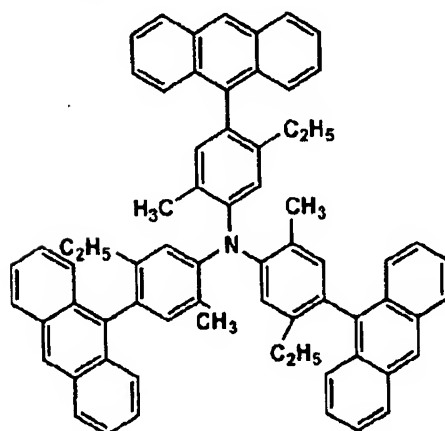
1-31



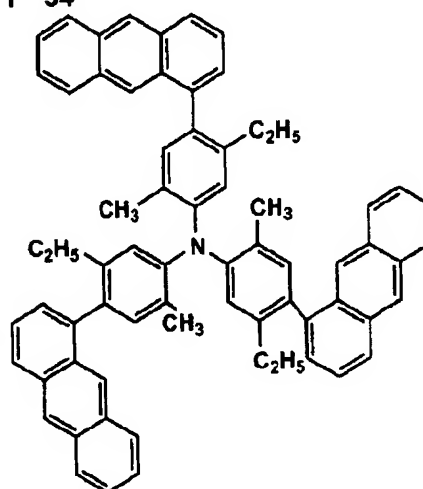
1-32



1-33



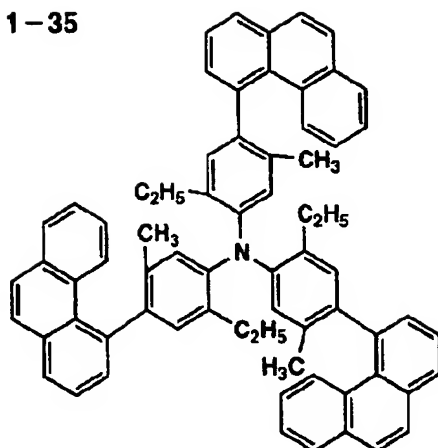
1-34



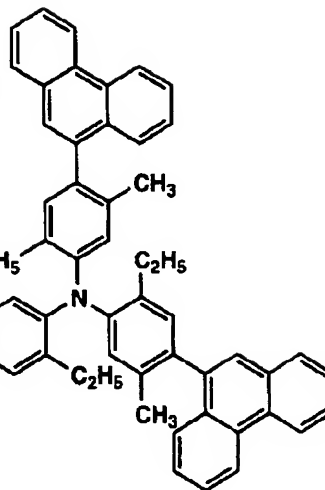
【0115】

【化34】

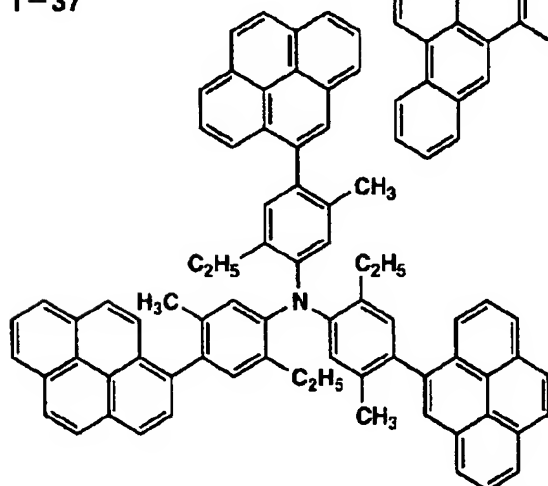
1-35



1-36



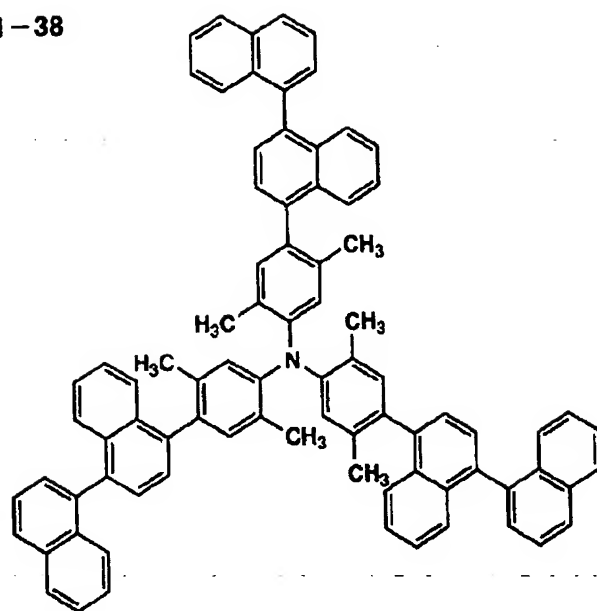
1-37



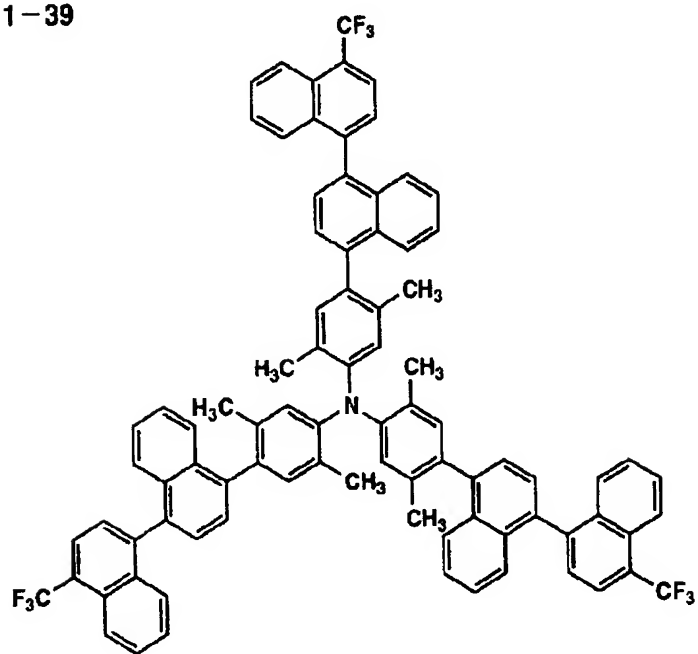
【0116】

【化35】

1-38



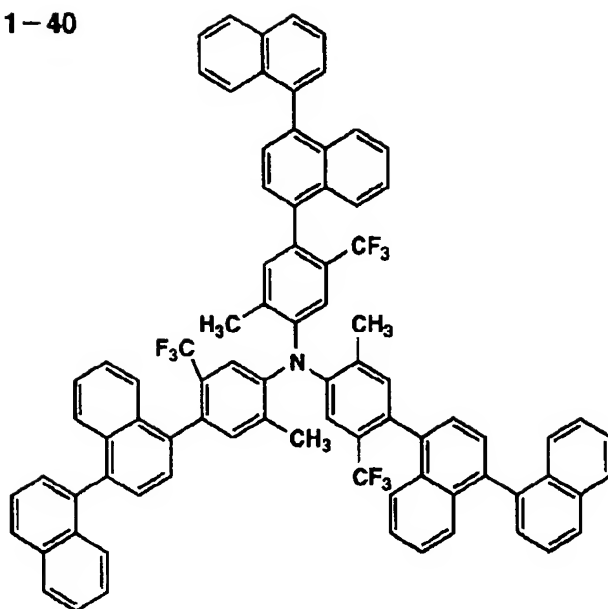
1-39



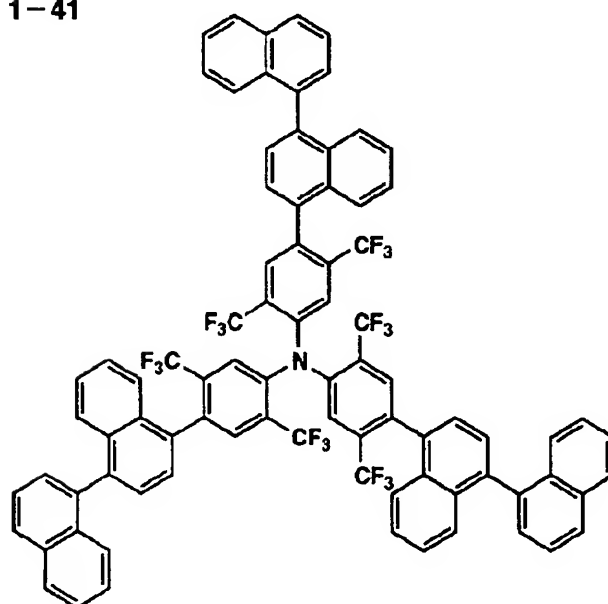
【0117】

【化36】

1-40



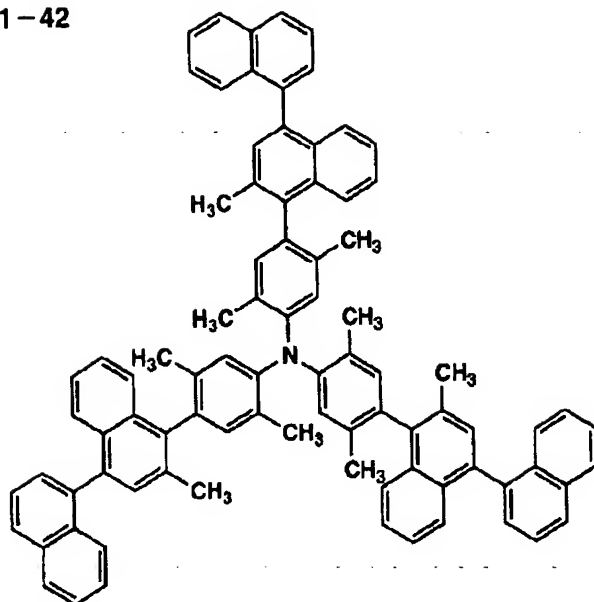
1-41



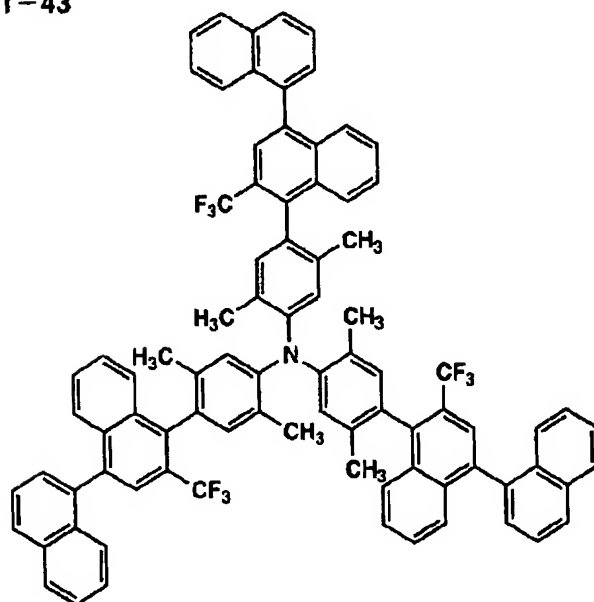
【0118】

【化37】

1-42

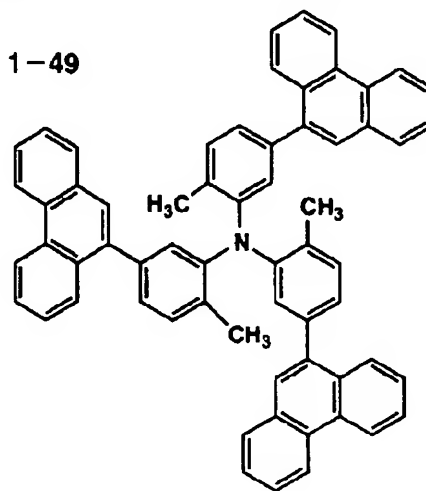
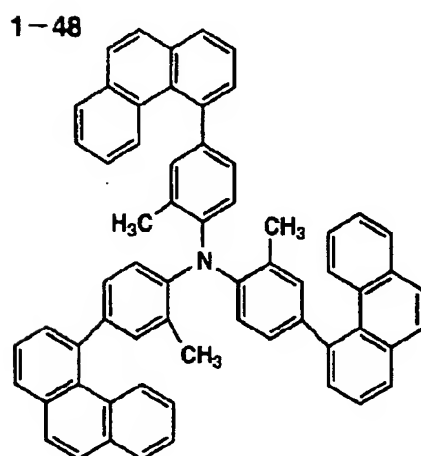
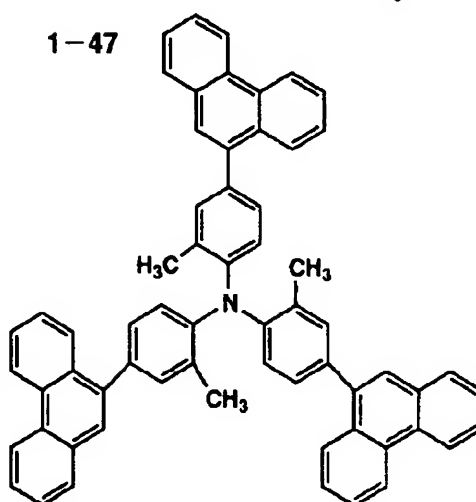
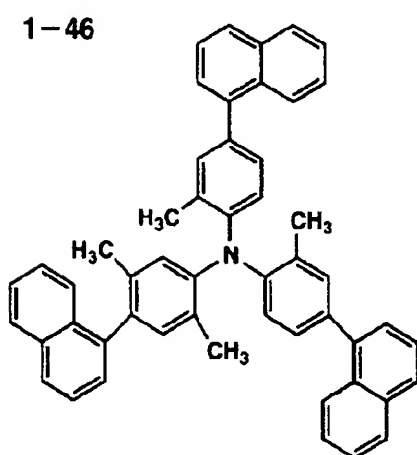
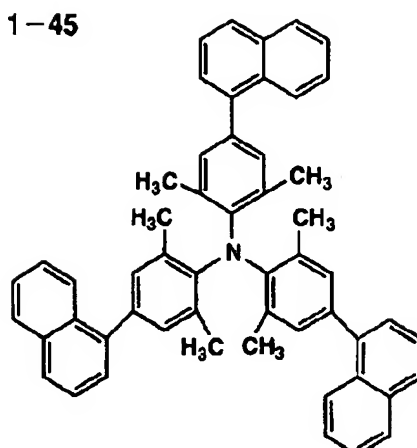
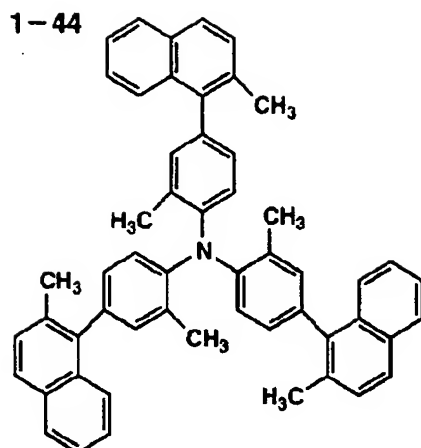


1-43



【0119】

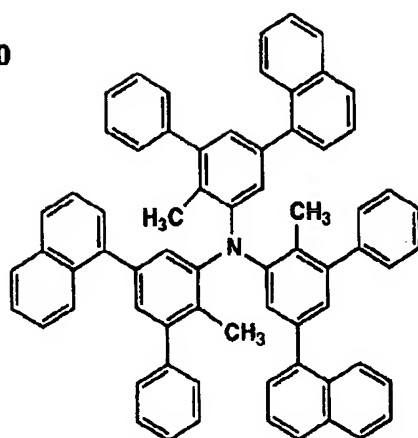
【化38】



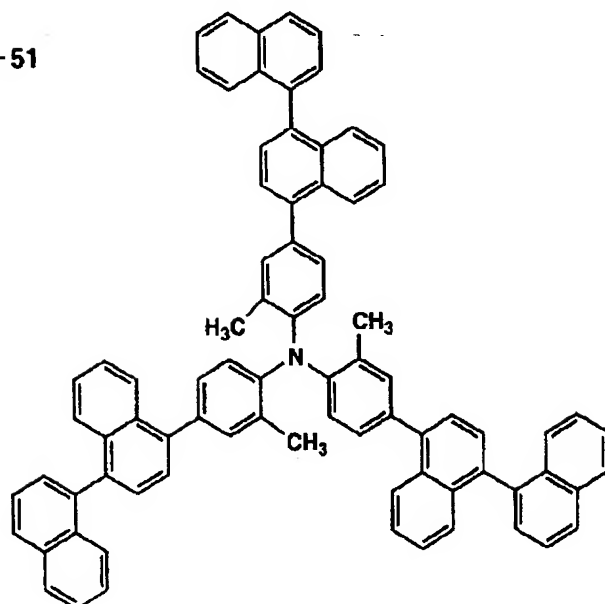
【0120】

【化39】

1-50



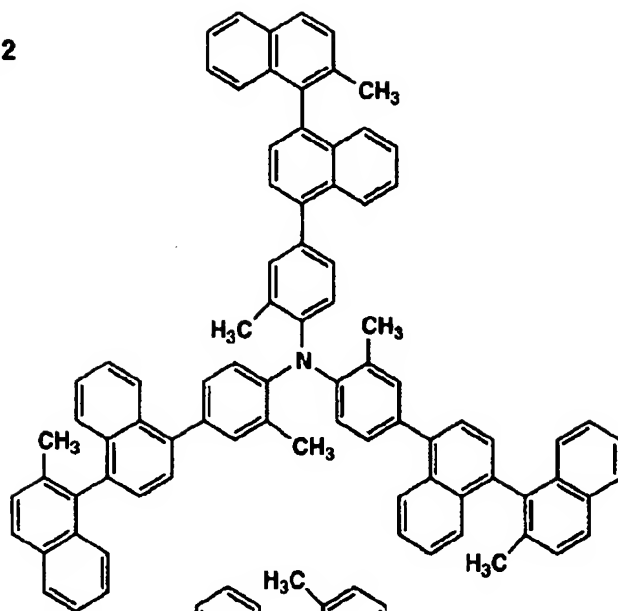
1-51



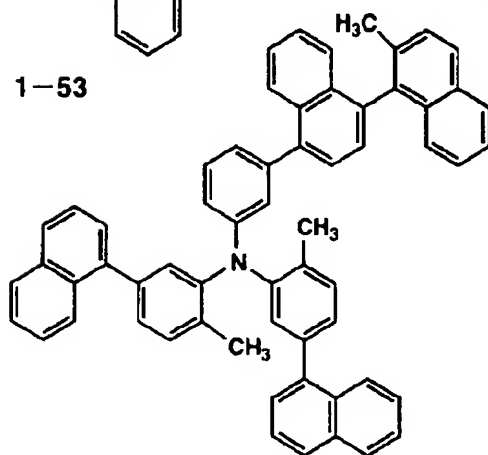
【0121】

【化40】

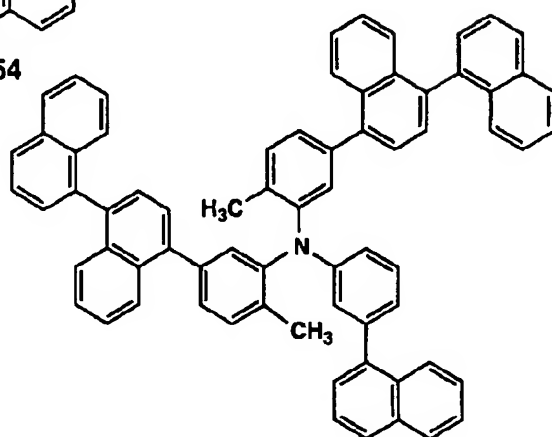
1-52



1-53



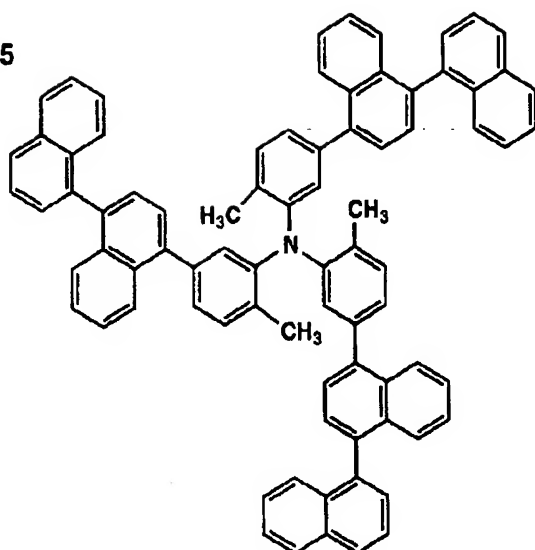
1-54



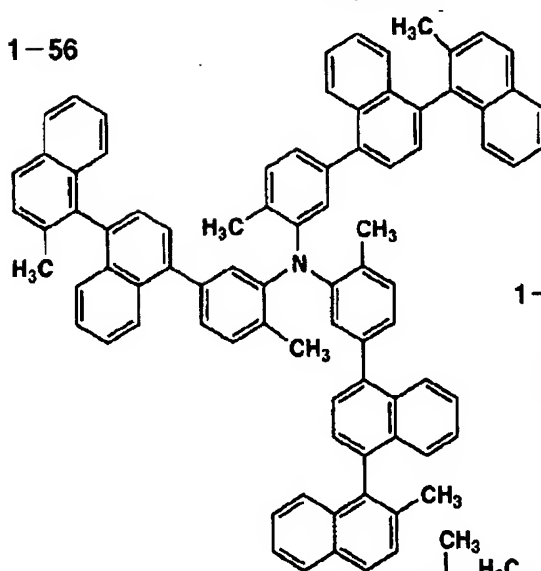
【0122】

【化4 1】

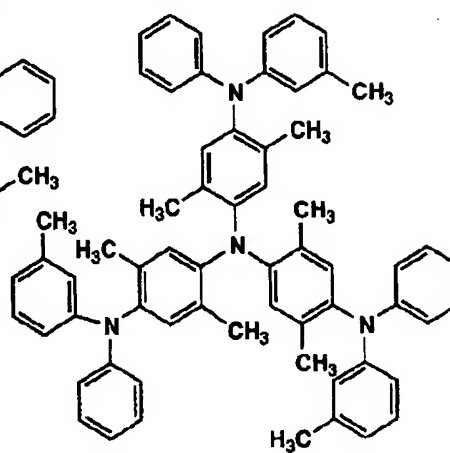
1-55



1-56



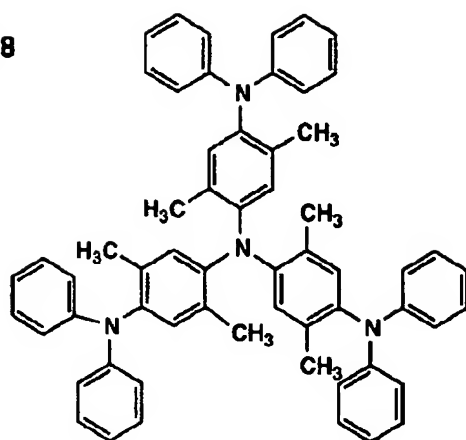
1-57



【0123】

【化42】

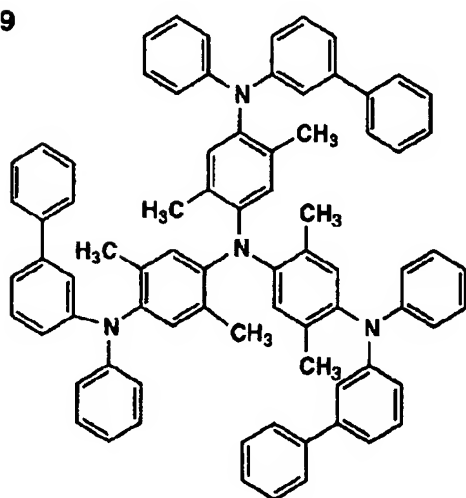
1-58



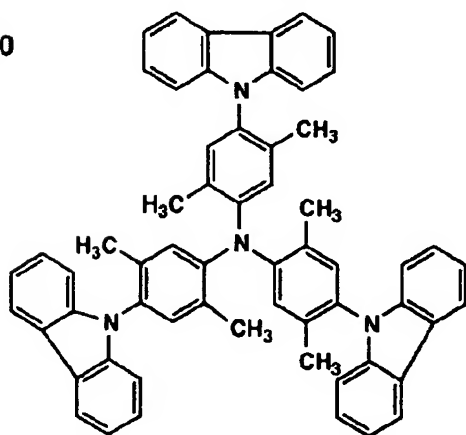
【0124】

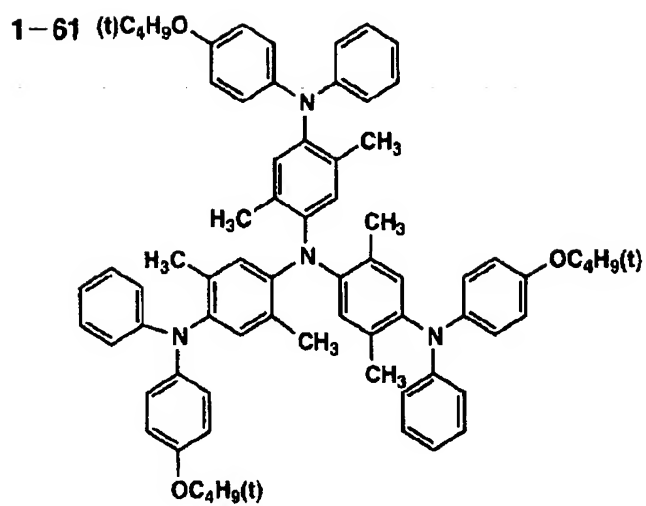
【化43】

1-59

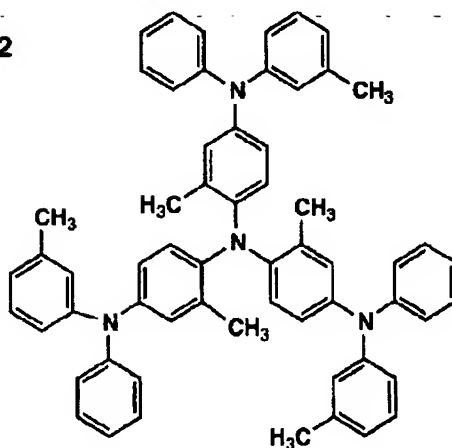


1-60

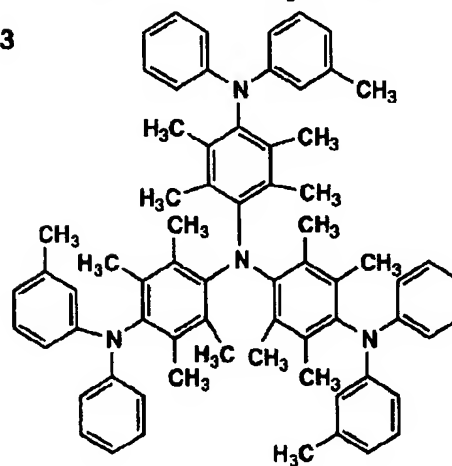




1-62

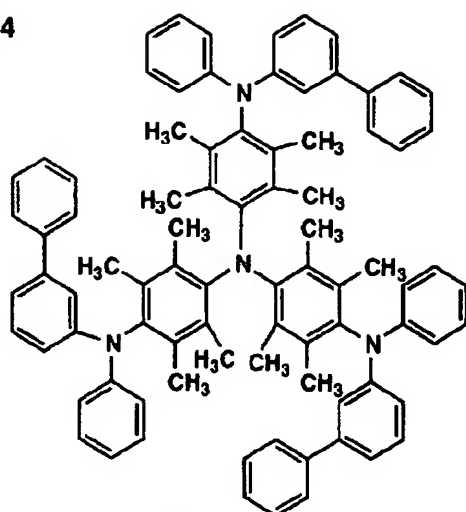


1-63

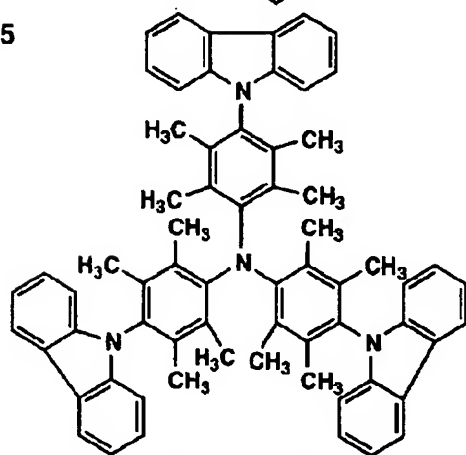


【0125】
【化44】

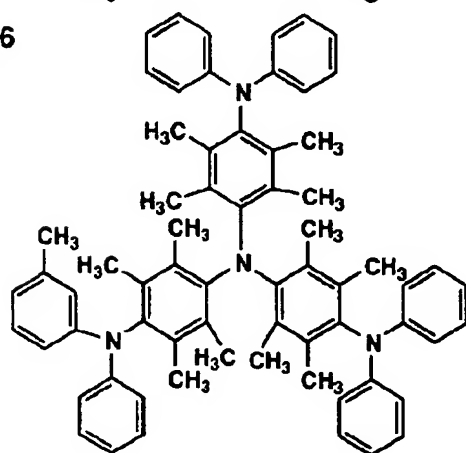
1-64



1-65



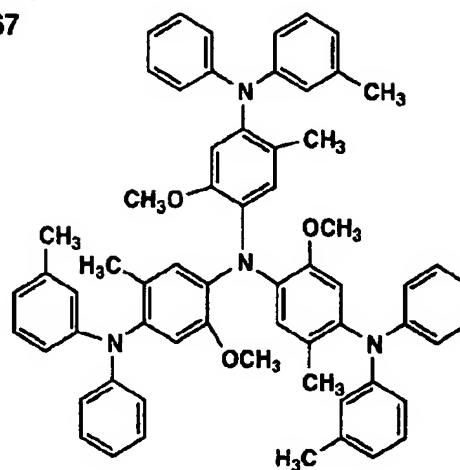
1-66



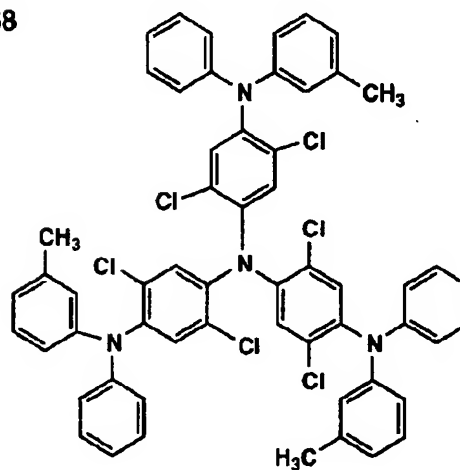
【0126】

【化45】

1-67

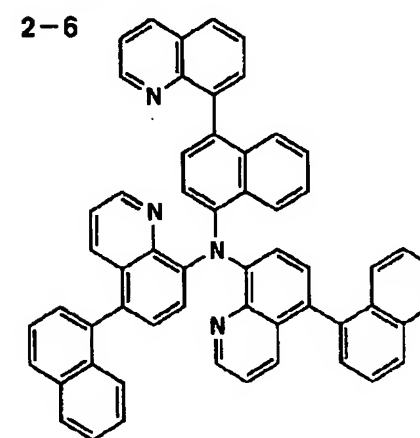
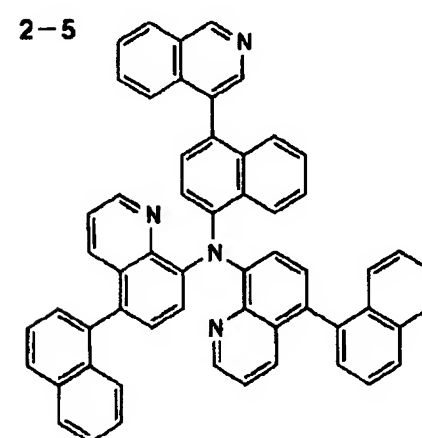
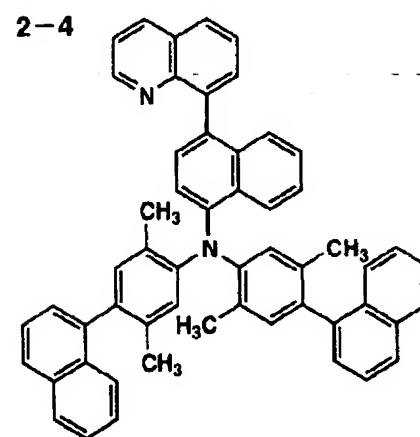
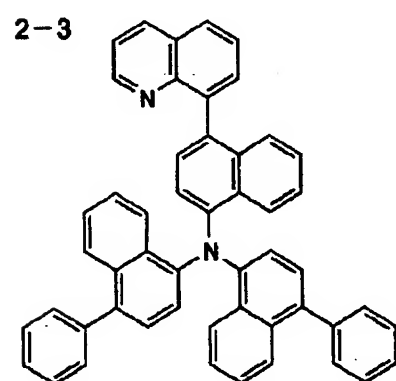
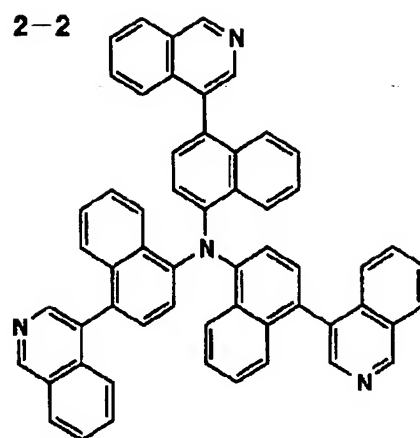
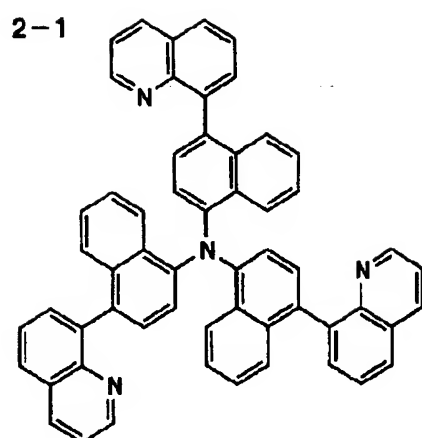


1-68



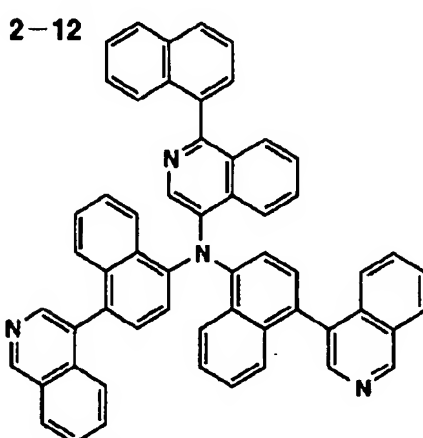
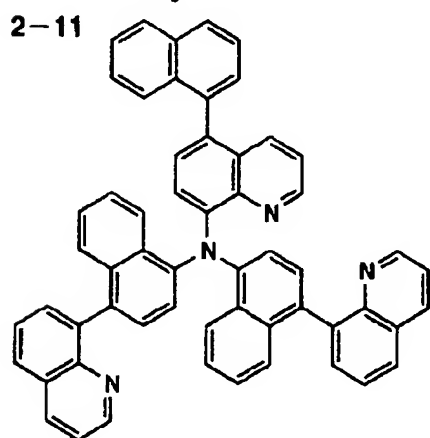
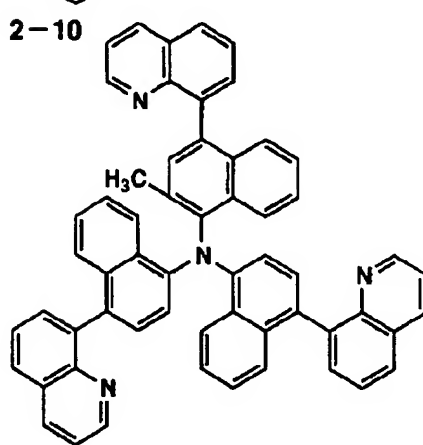
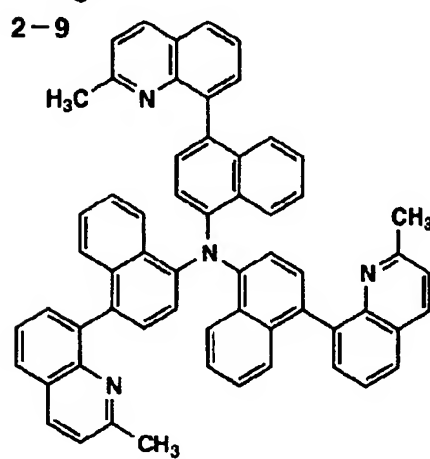
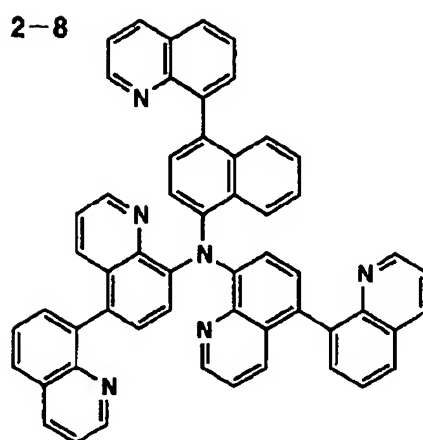
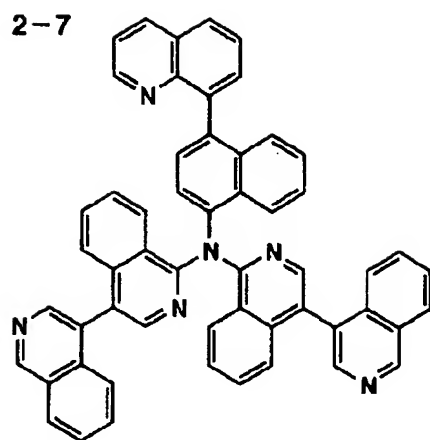
【0127】

【化46】



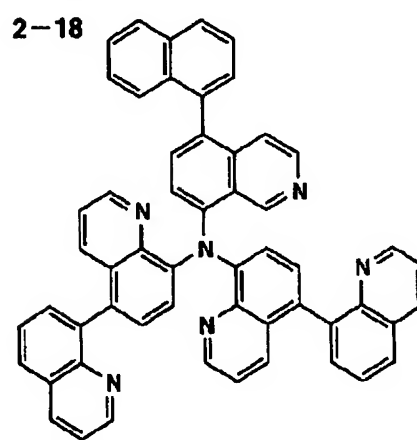
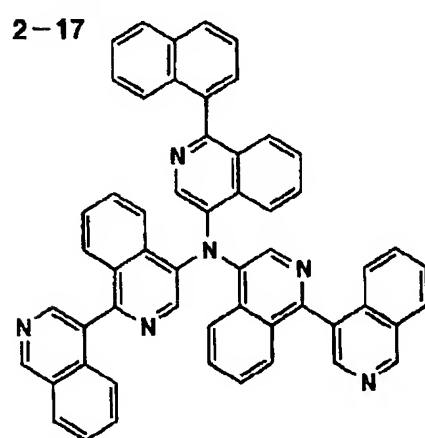
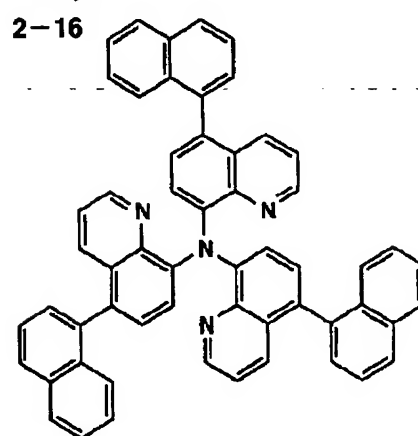
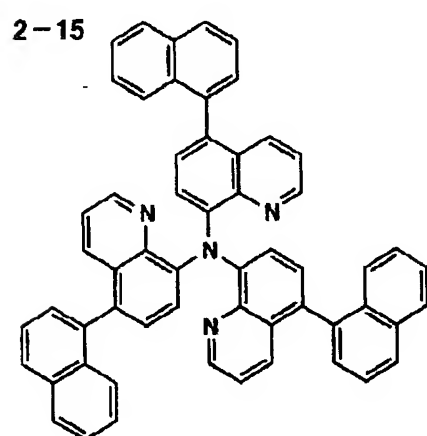
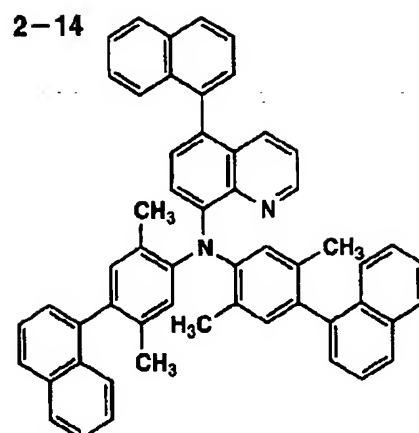
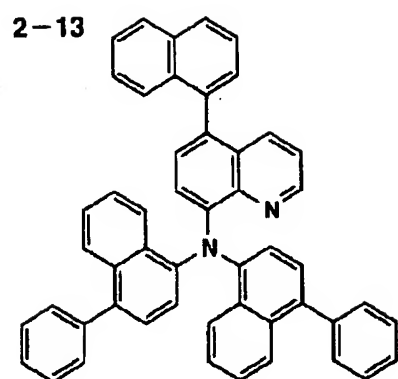
【0128】

【化47】



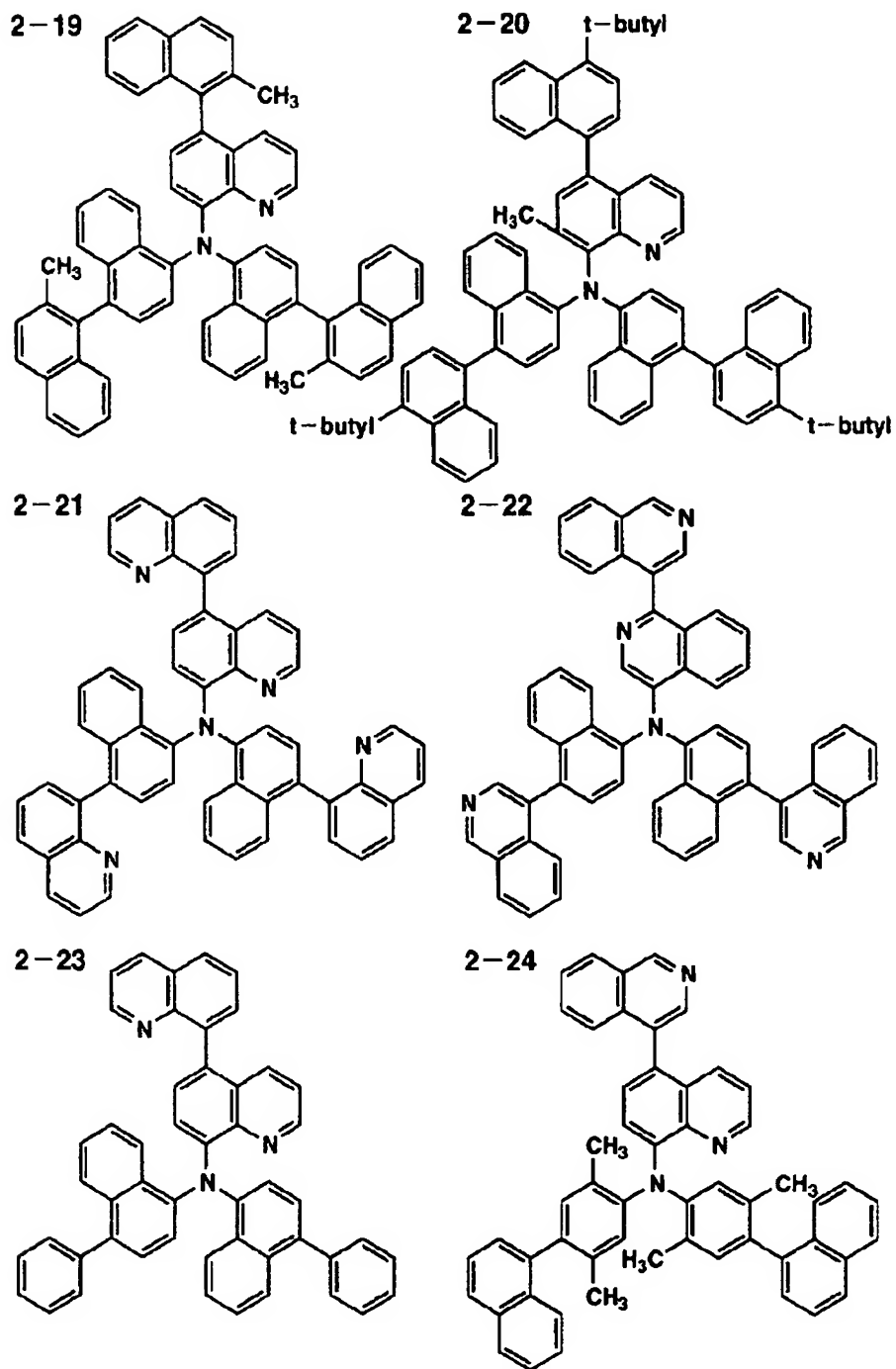
【0129】

【化48】



【0130】

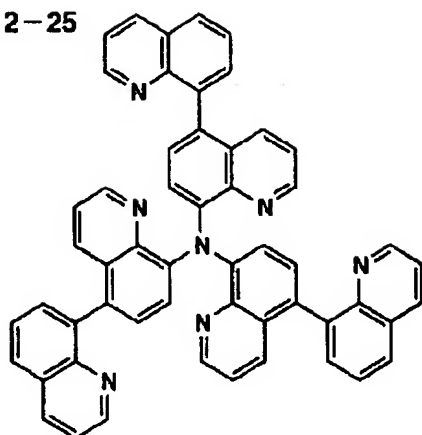
【化49】



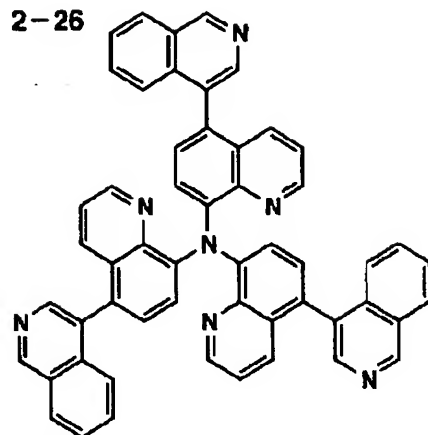
【0131】

【化50】

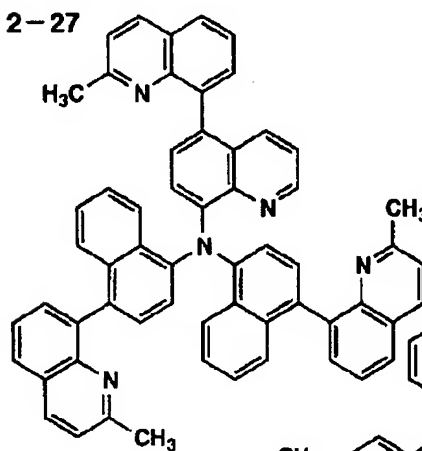
2-25



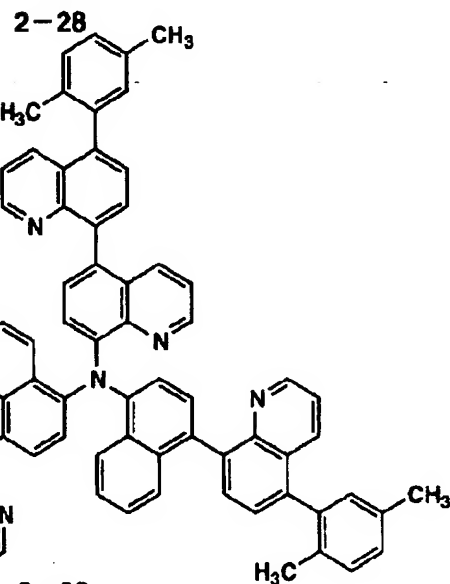
2-26



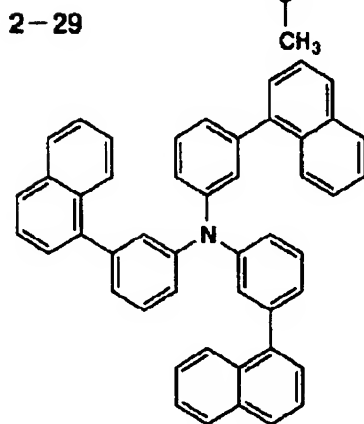
2-27



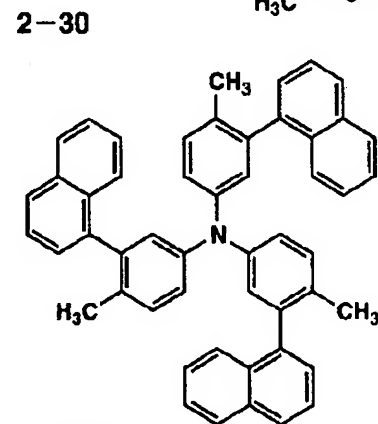
2-28



2-29



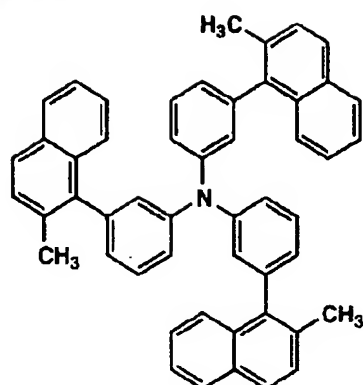
2-30



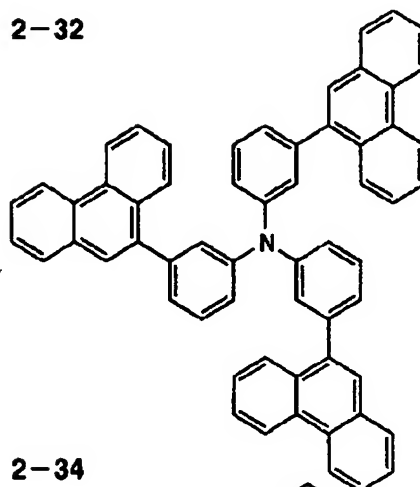
[0132]

【化51】

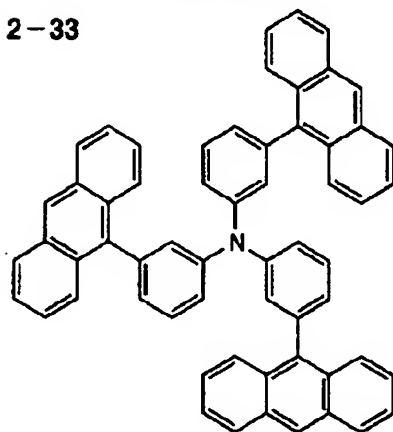
2-31



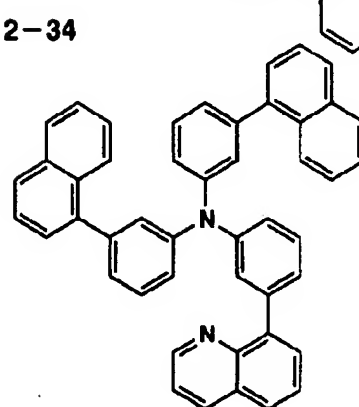
2-32



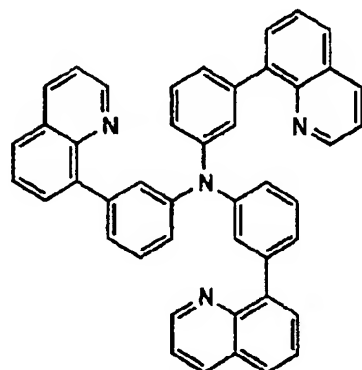
2-33



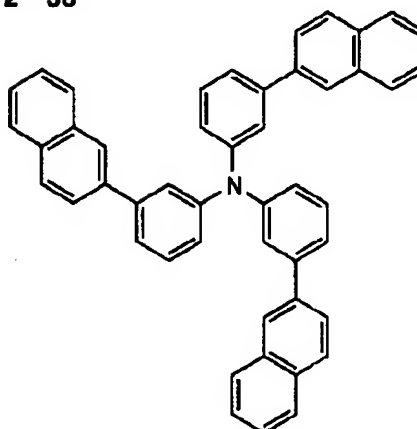
2-34



2-35



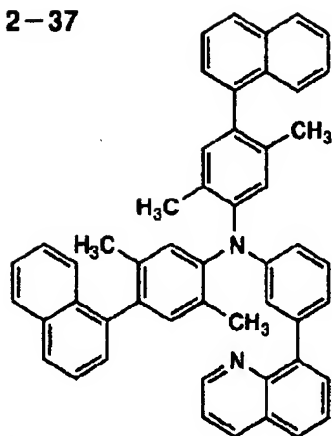
2-36



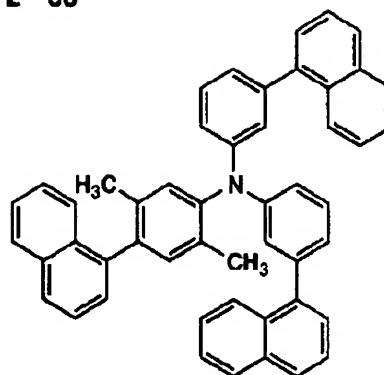
【0133】

【化52】

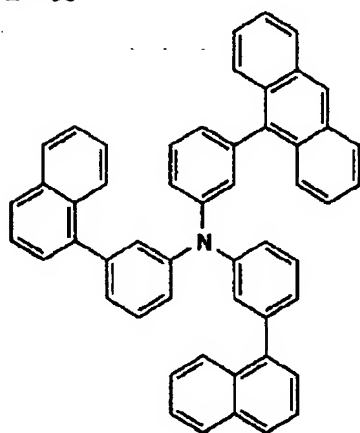
2-37



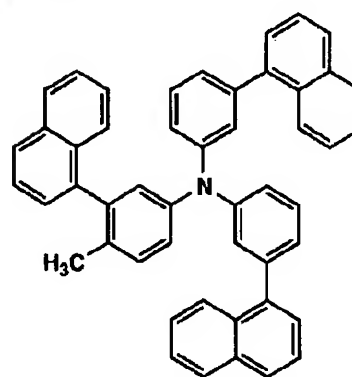
2-38



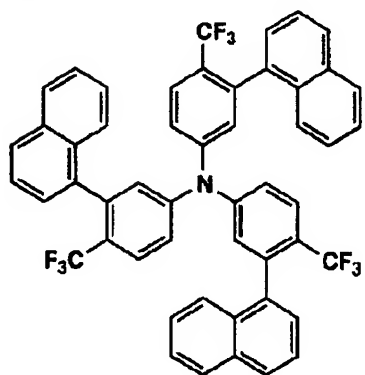
2-39



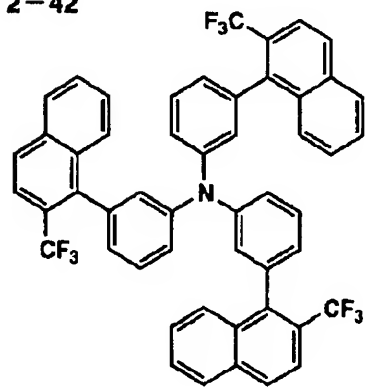
2-40



2-41



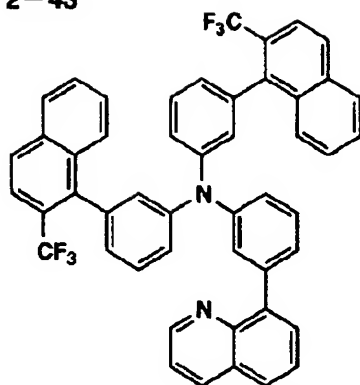
2-42



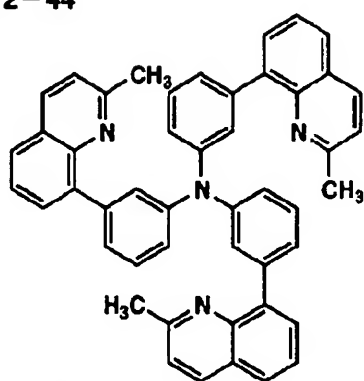
【0134】

【化53】

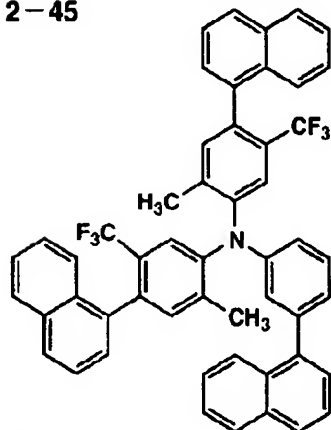
2-43



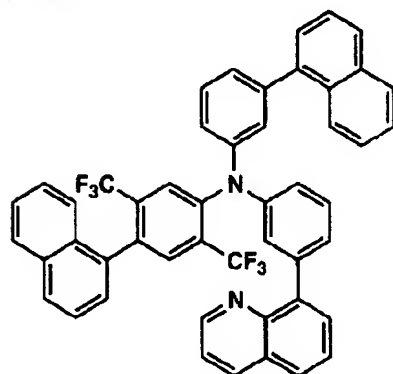
2-44



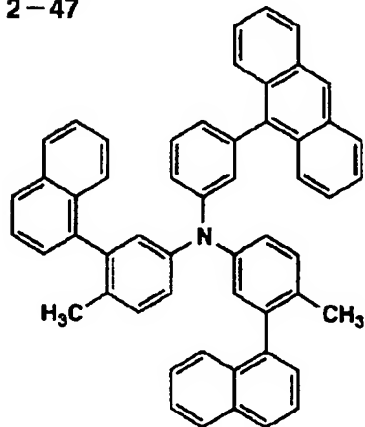
2-45



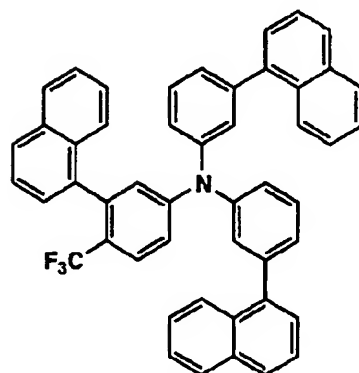
2-46



2-47



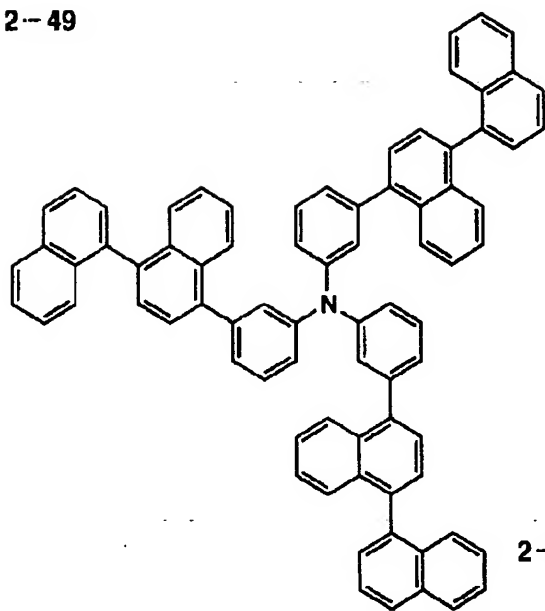
2-48



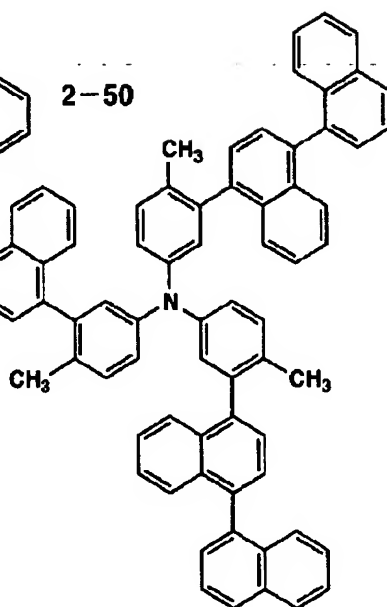
【0135】

【化54】

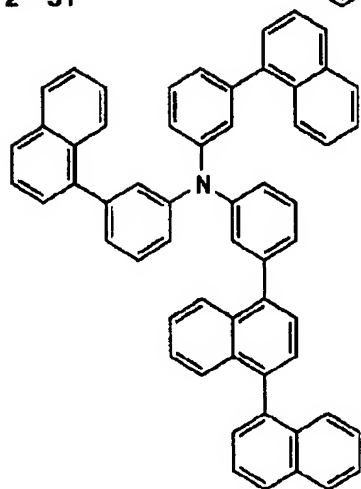
2-49



2-50



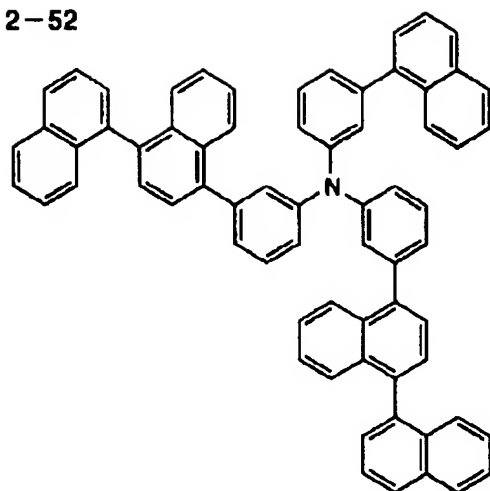
2-51



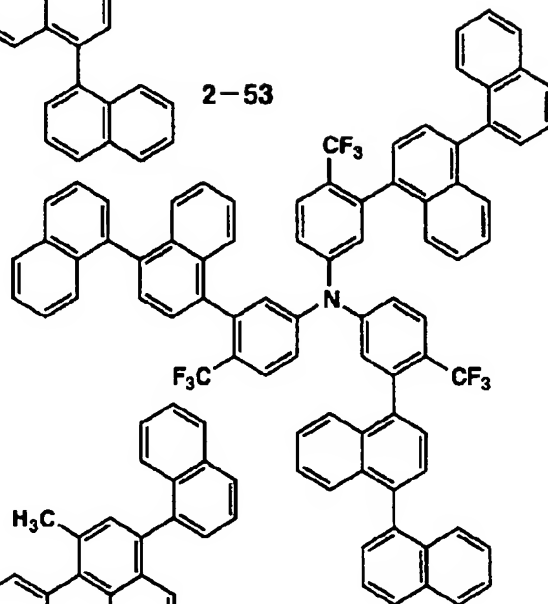
【0136】

【化55】

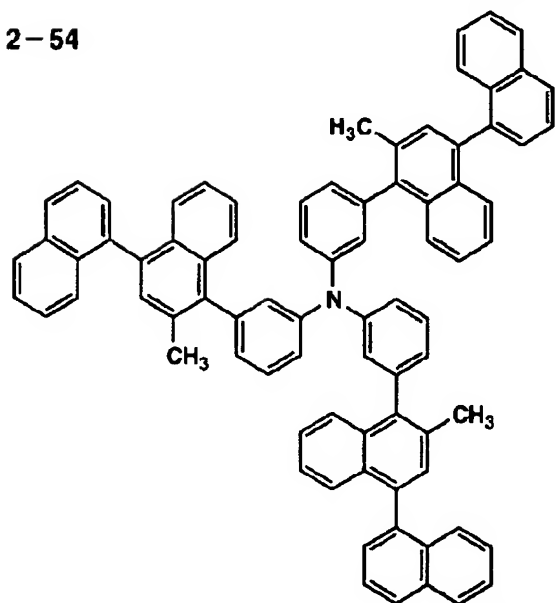
2-52



2-53



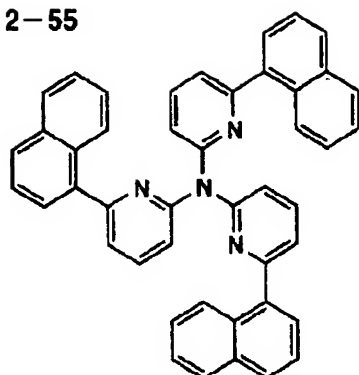
2-54



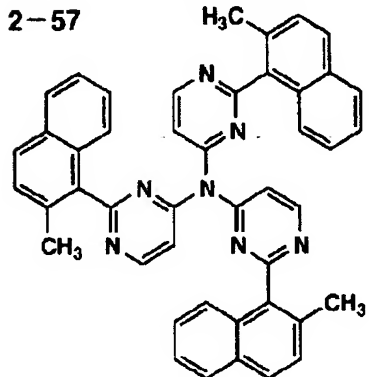
【0137】

【化56】

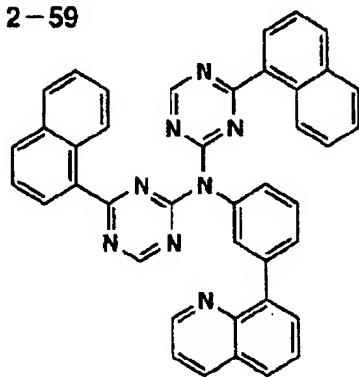
2-55



2-57

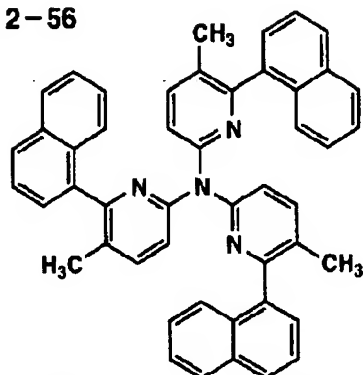


2-59

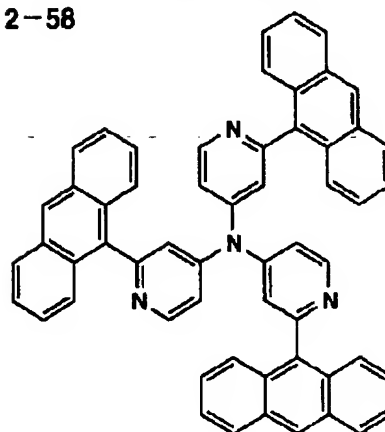


【0138】

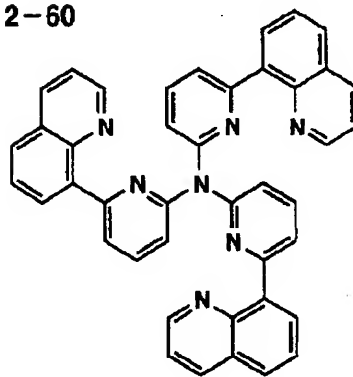
2-56



2-58

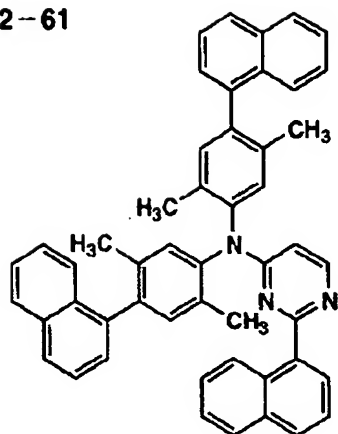


2-60

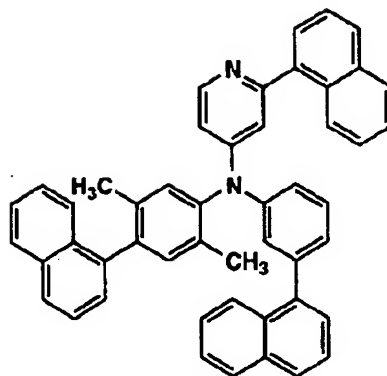


【化57】

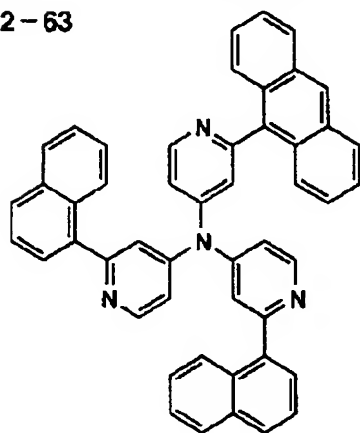
2-61



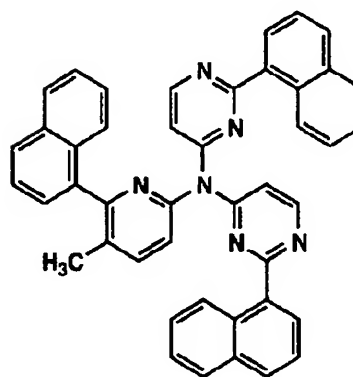
2-62



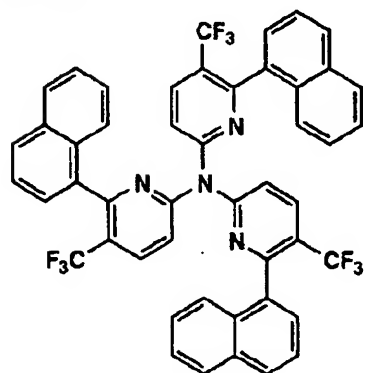
2-63



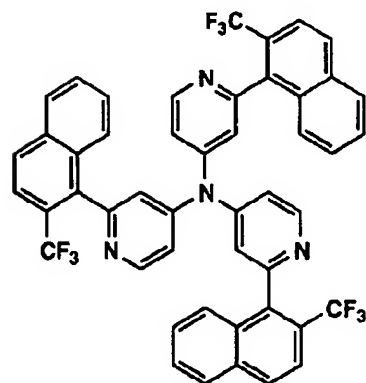
2-64



2-65



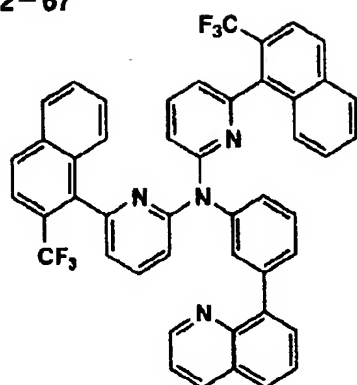
2-66



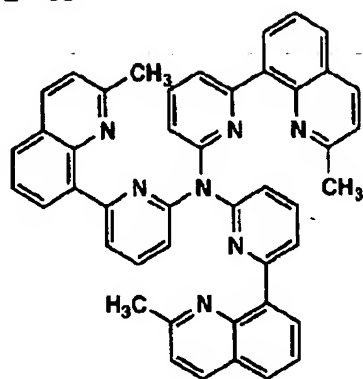
【0139】

【化58】

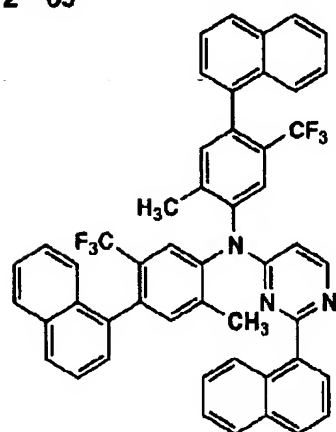
2-67



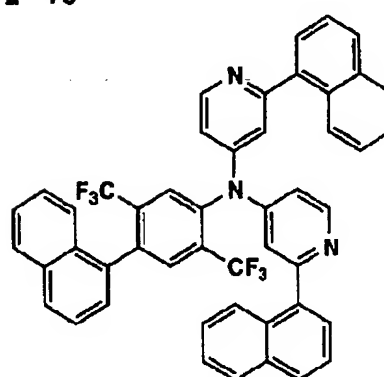
2-68



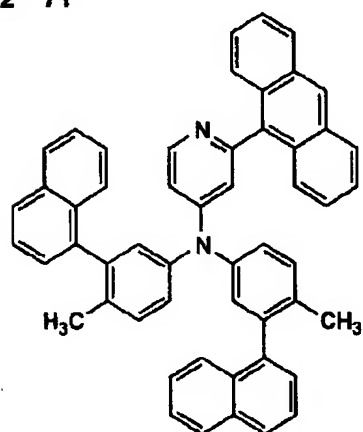
2-69



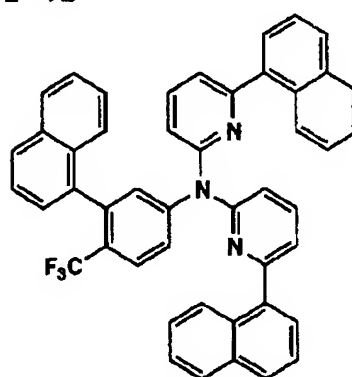
2-70



2-71



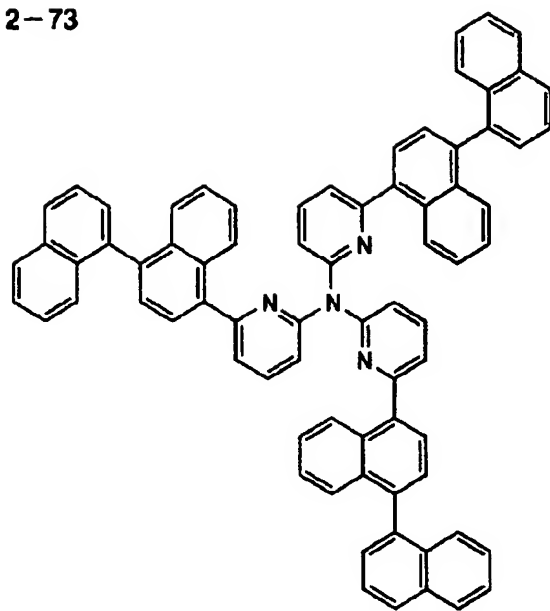
2-72



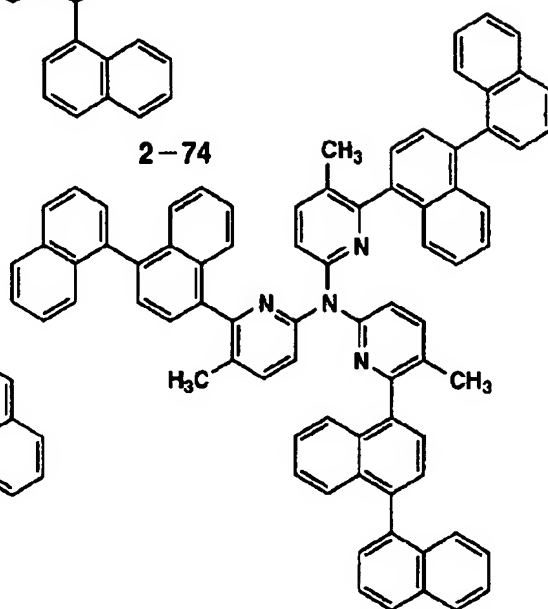
【0140】

【化59】

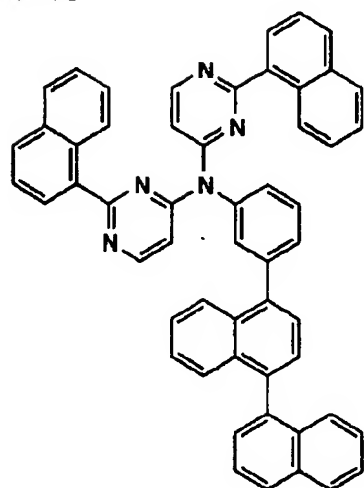
2-73



2-74



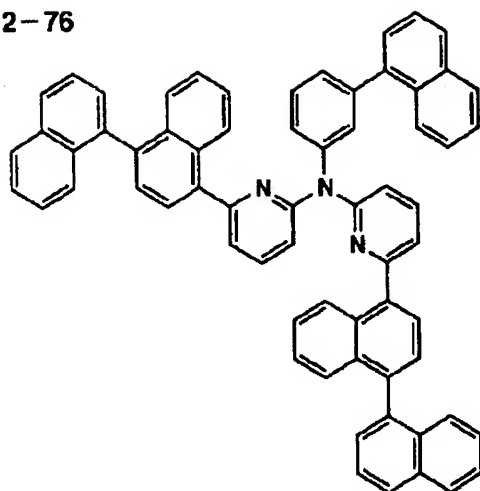
2-75



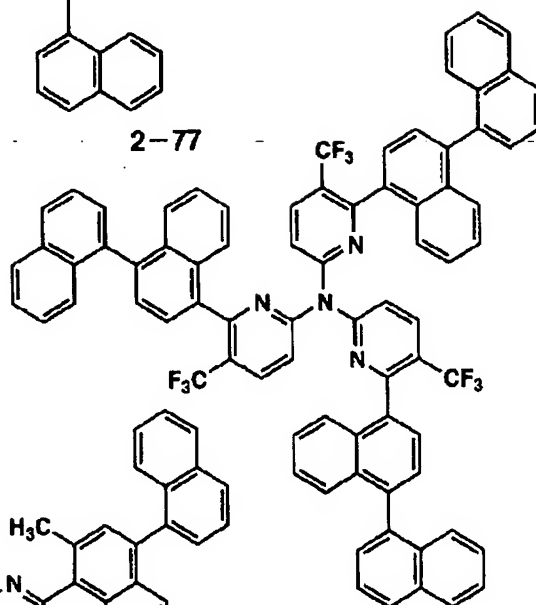
【0141】

【化60】

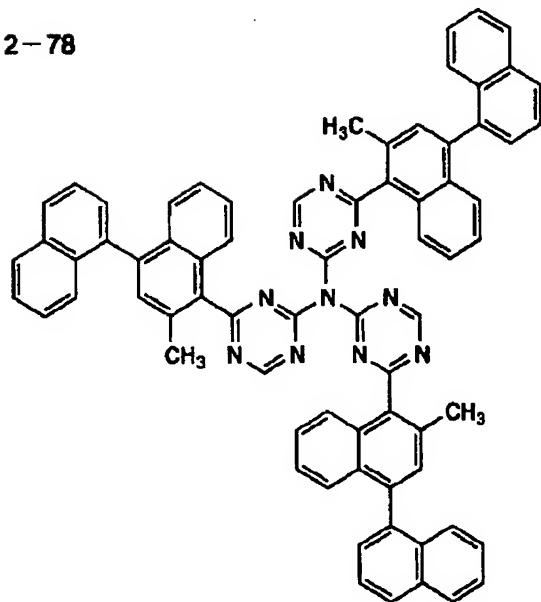
2-76



2-77



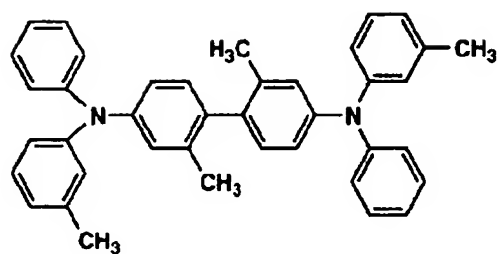
2-78



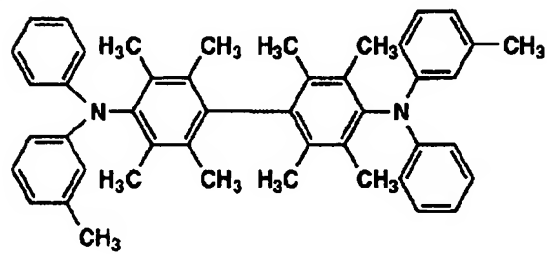
【0142】

【化61】

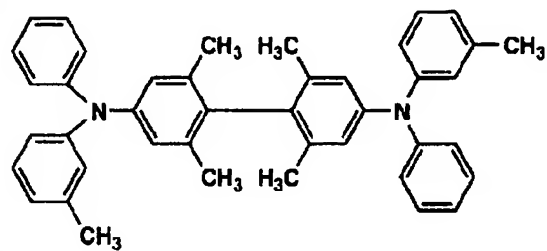
3-1



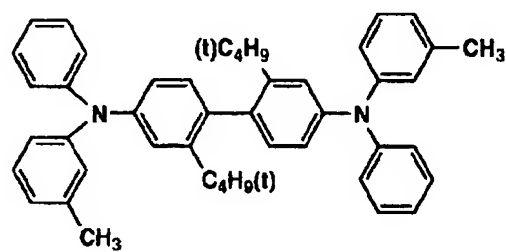
3-2



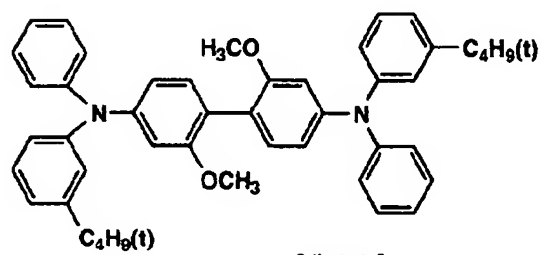
3-3



3-4



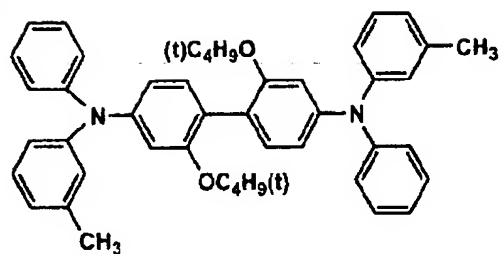
3-5



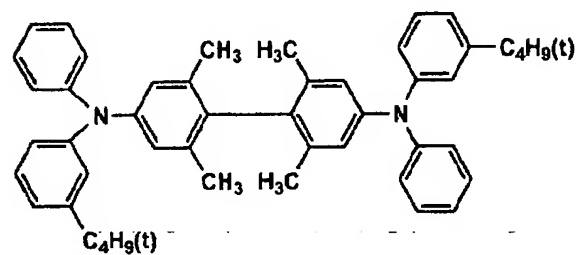
【0143】

【化62】

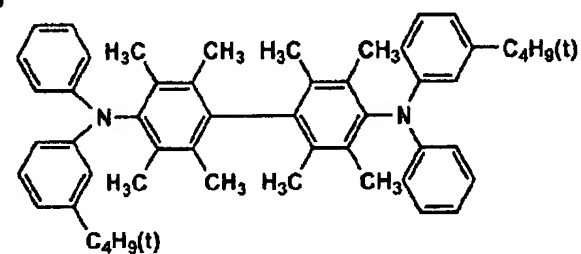
3-6



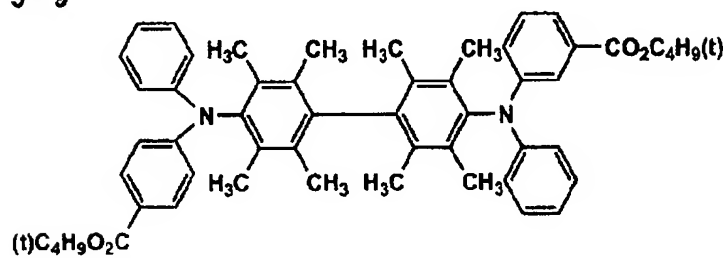
3-7



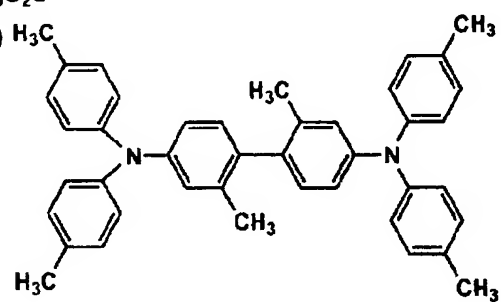
3-8

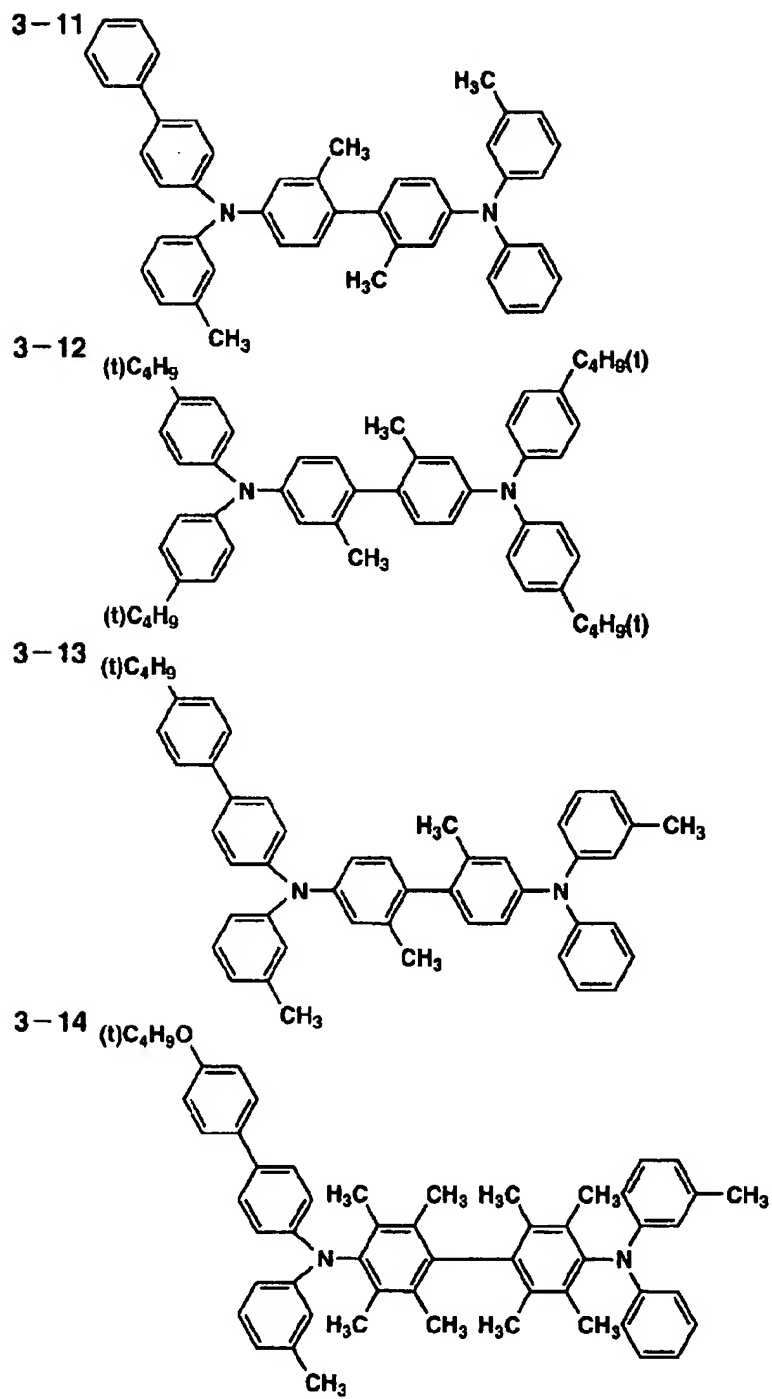


3-9



3-10

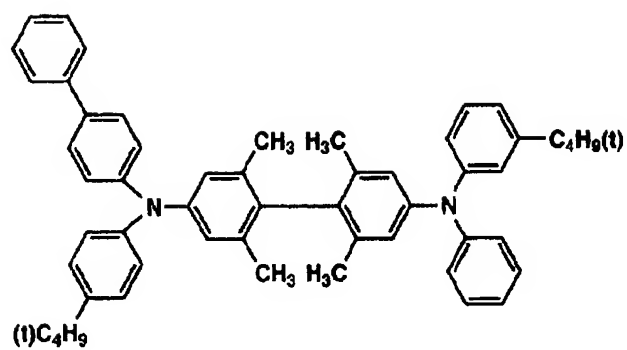




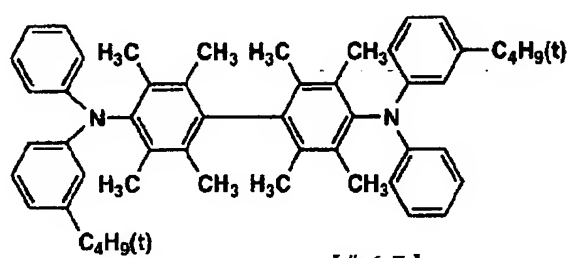
【0145】

【化64】

3-15



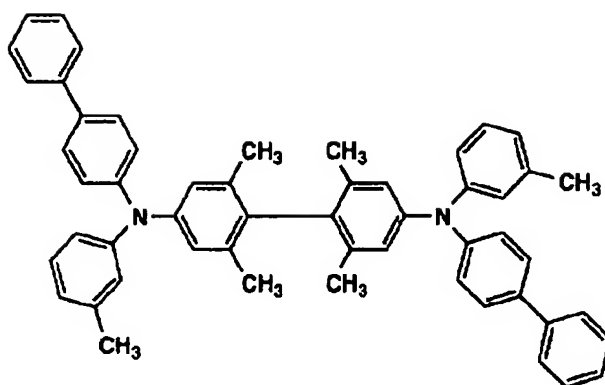
3-16



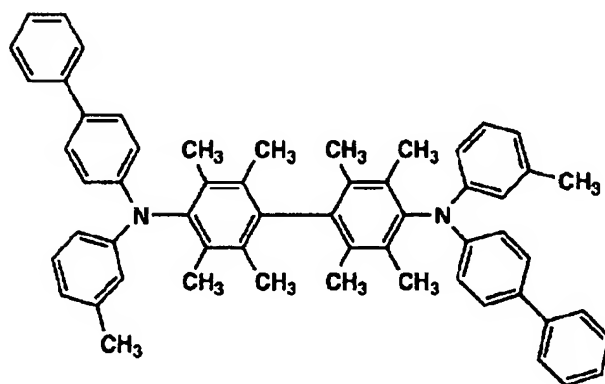
【0146】

【化65】

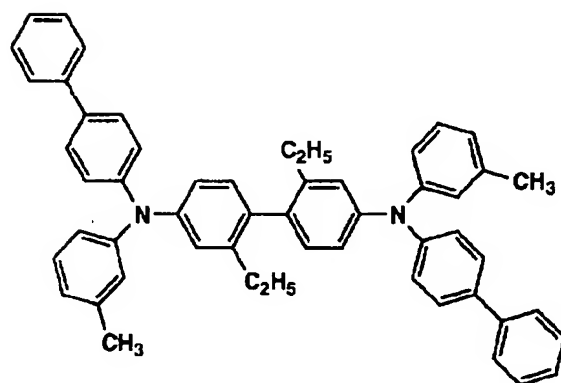
4-1



4-2



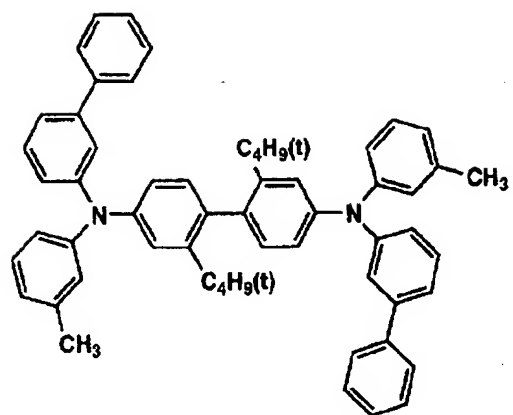
4-3



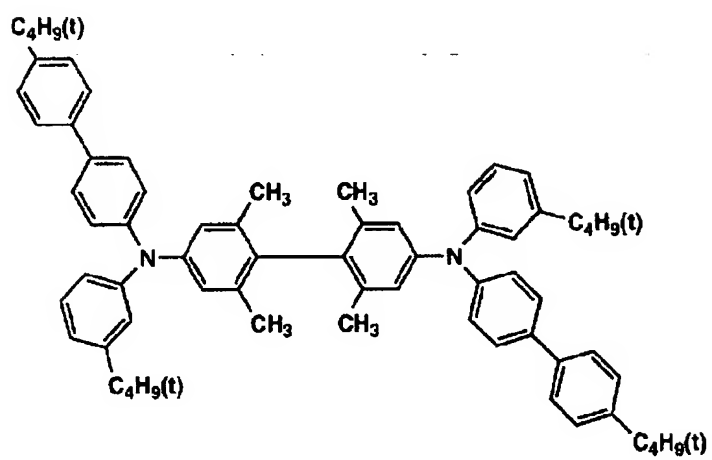
【0147】

【化66】

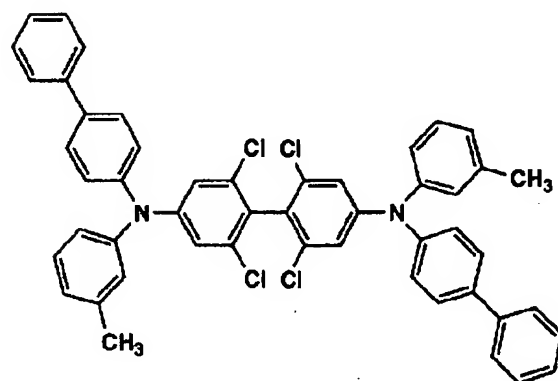
4-4



4-5



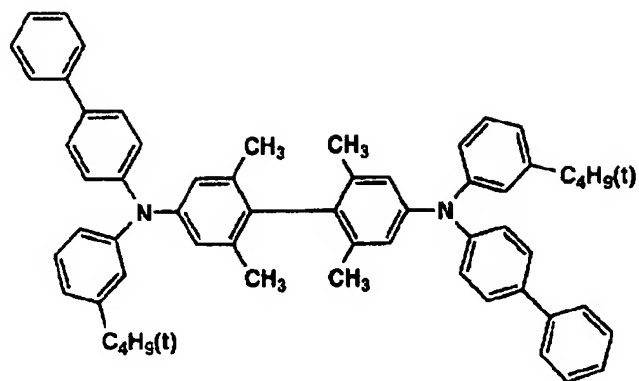
4-6



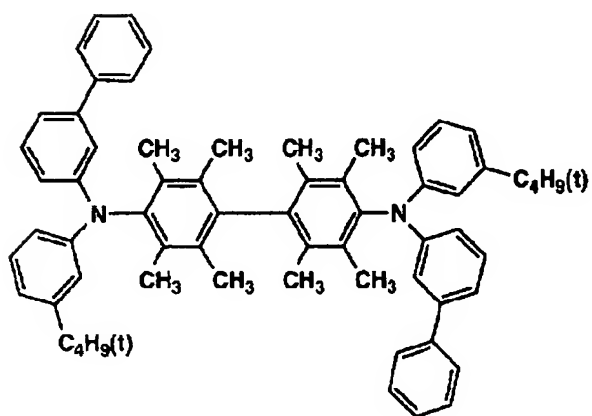
【0148】

【化67】

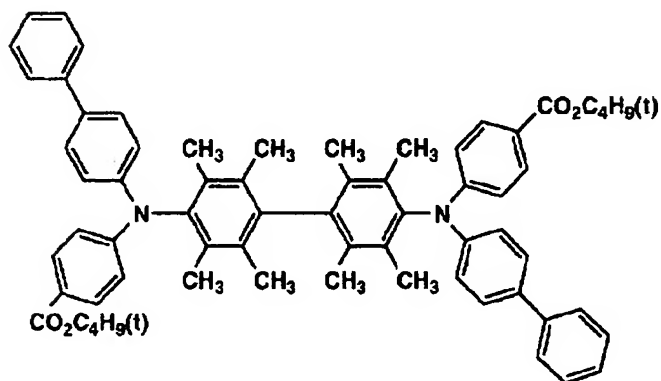
4-7



4-8



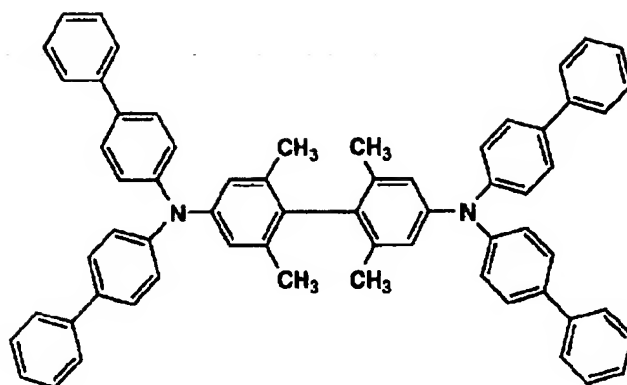
4-9



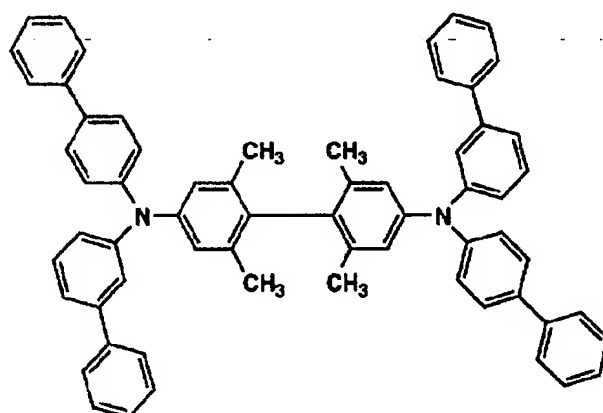
【0149】

【化68】

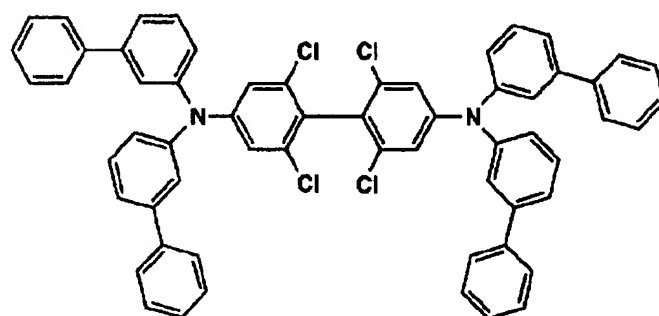
4-10



4-11



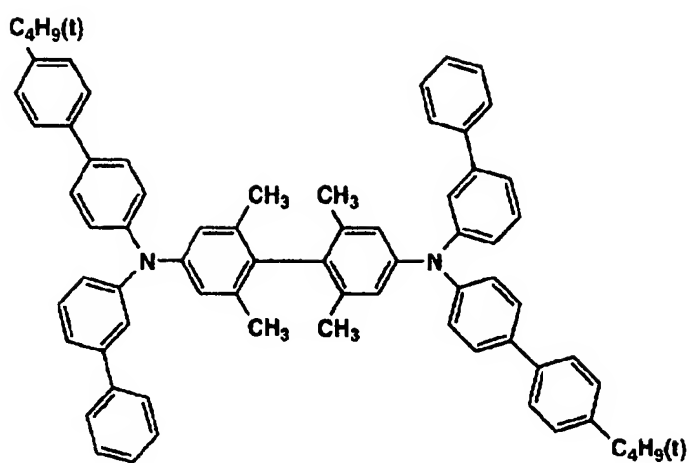
4-12



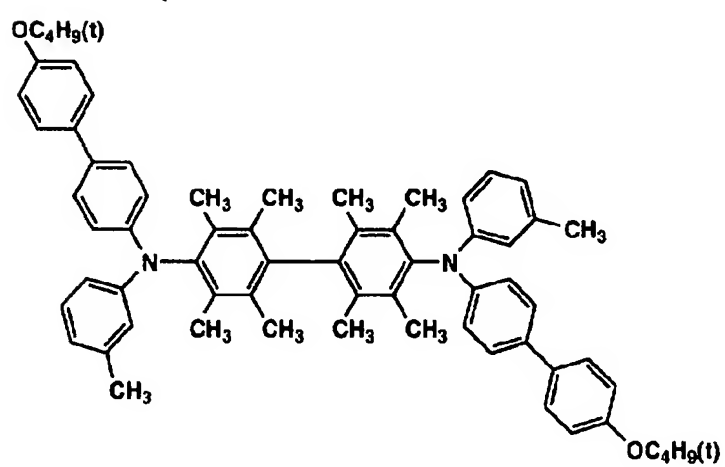
【0150】

【化69】

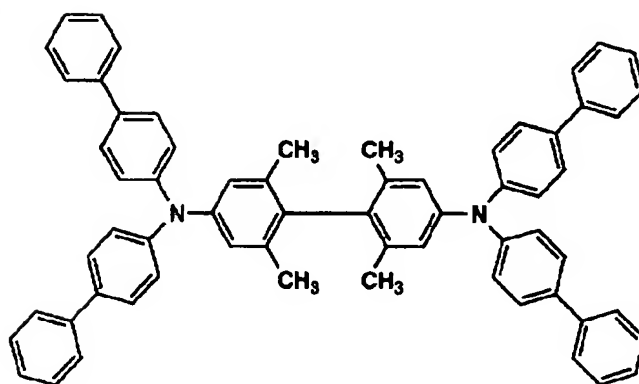
4-13



4-14



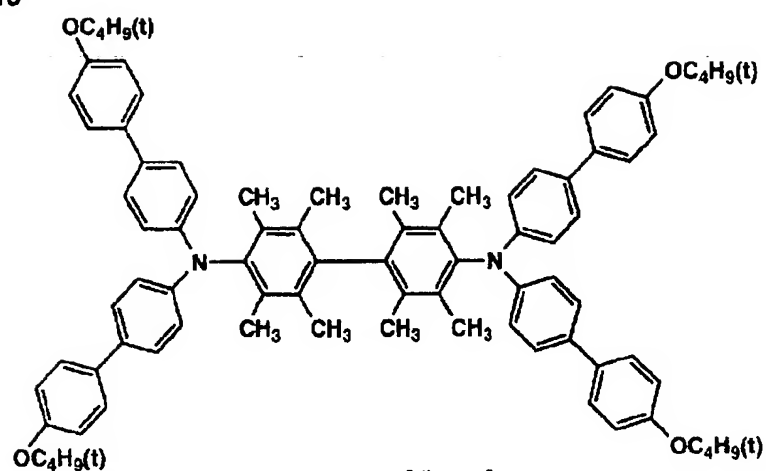
4-15



【0151】

【化70】

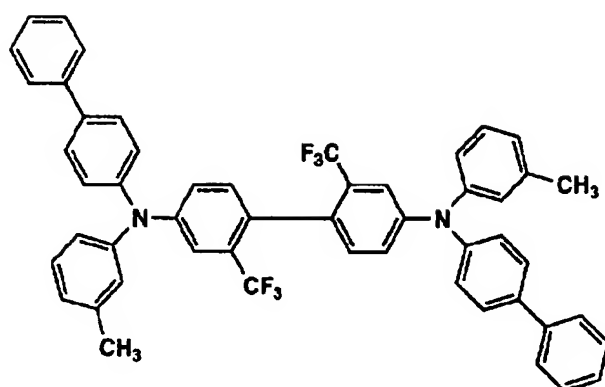
4-16



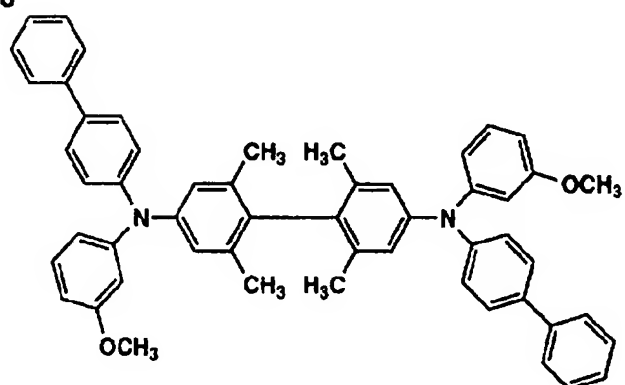
【0152】

【化71】

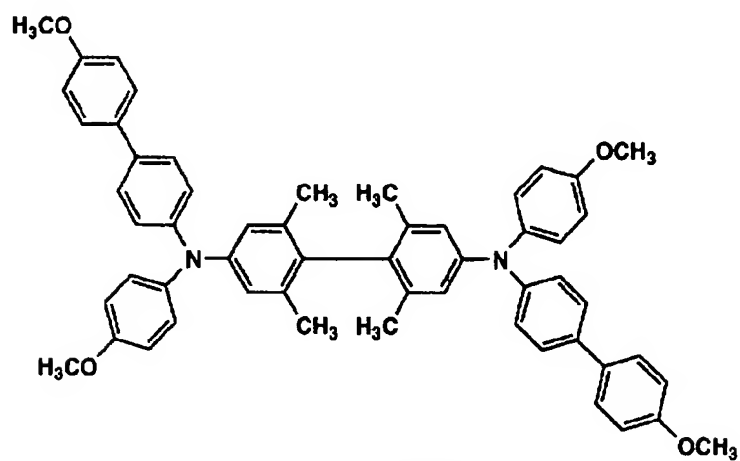
4-17



4-18



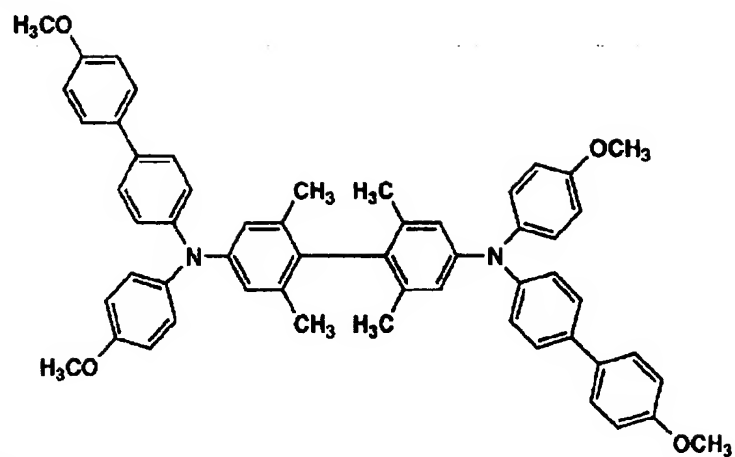
4-19



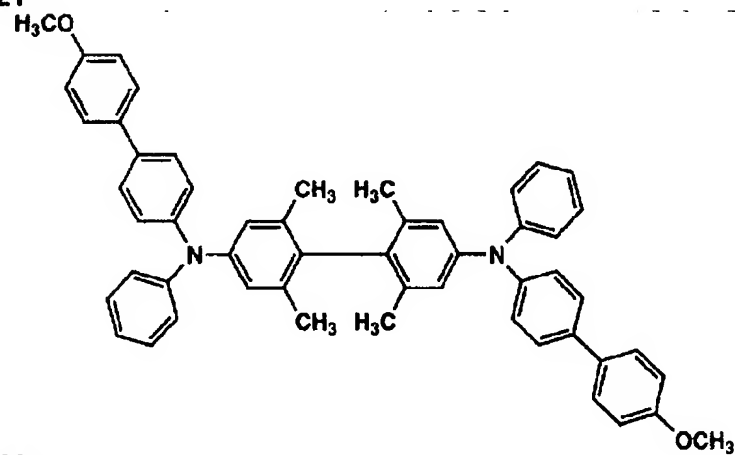
【0153】

【化72】

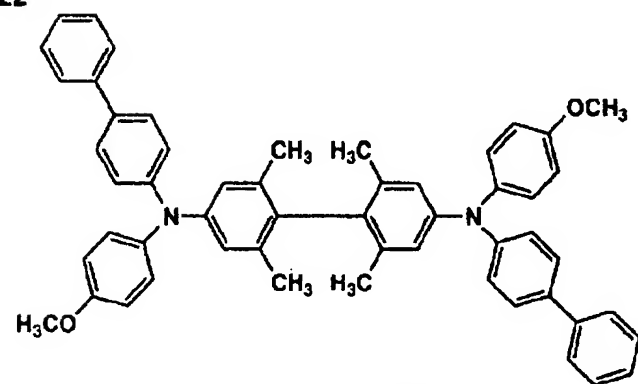
4-20



4-21



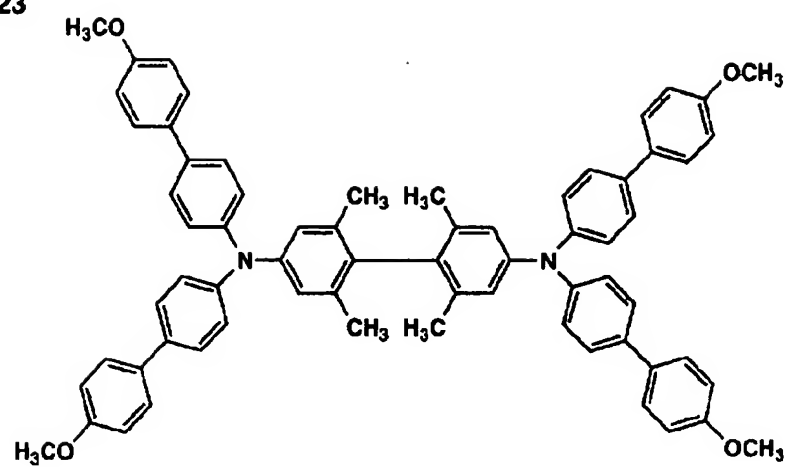
4-22



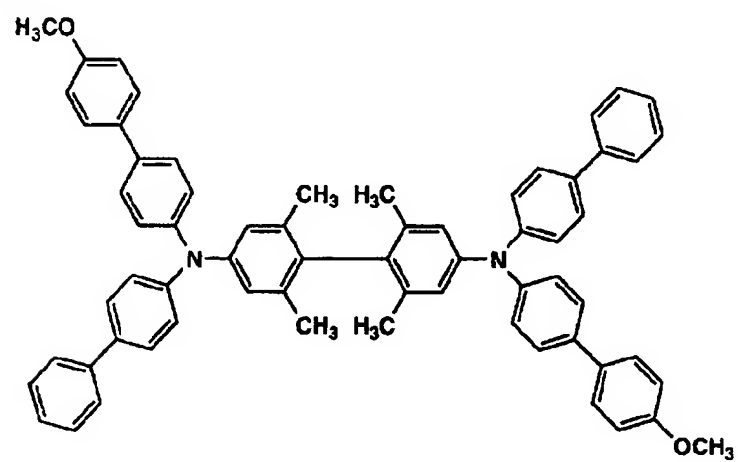
【0154】

【化73】

4-23



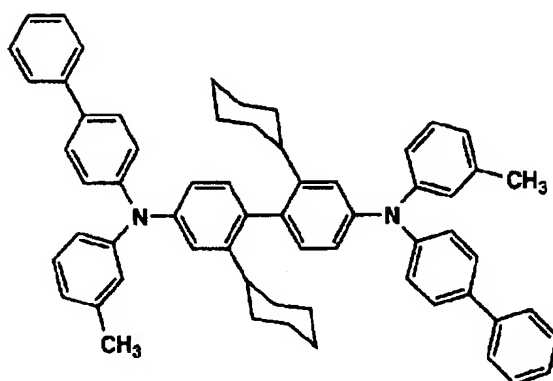
4-24



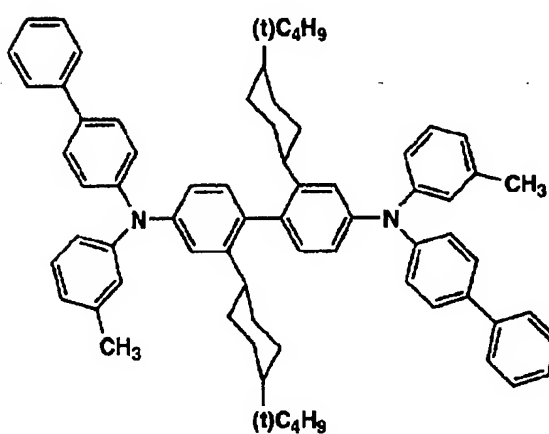
【0155】

【化74】

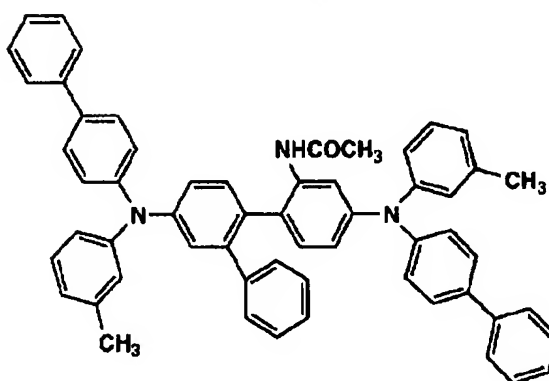
5-1



5-2



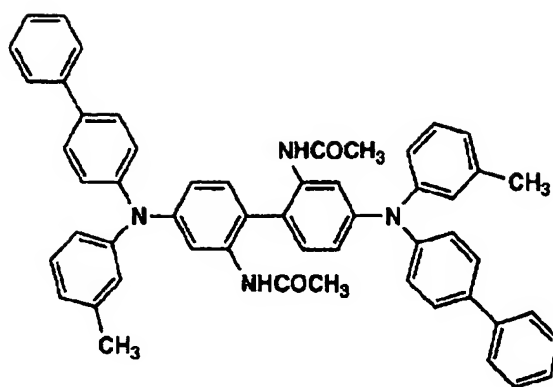
5-3



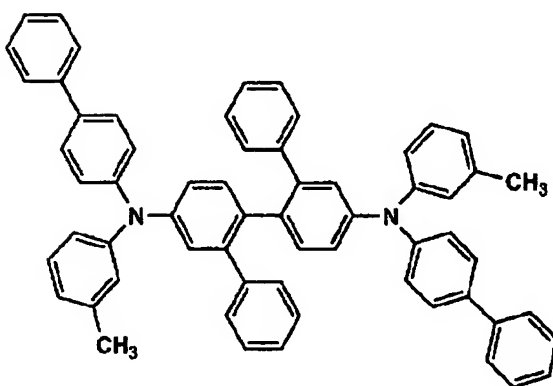
【0156】

【化75】

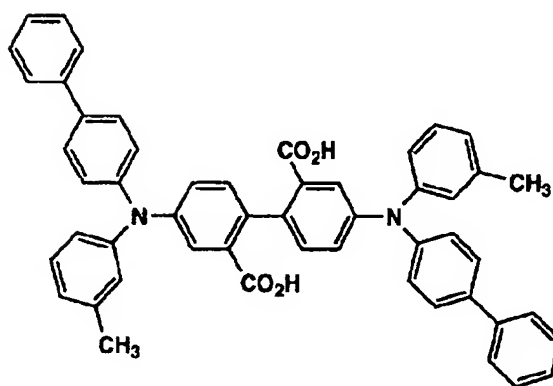
5-4



5-5



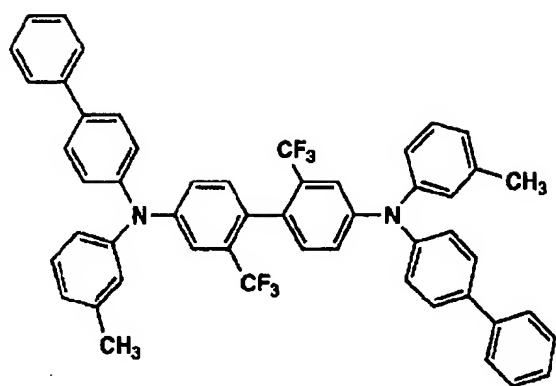
5-6



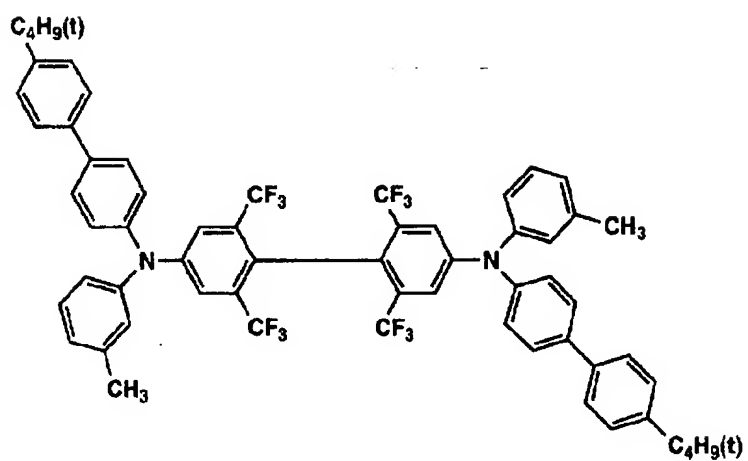
【0157】

【化76】

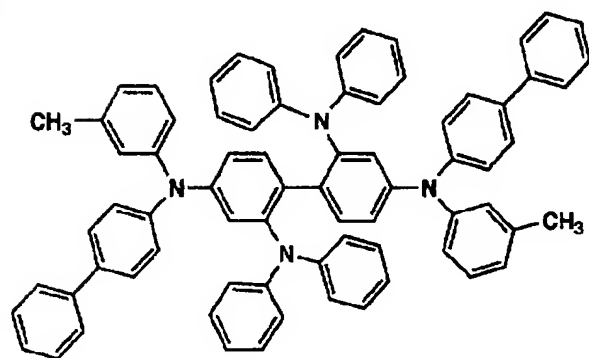
5-7



5-8

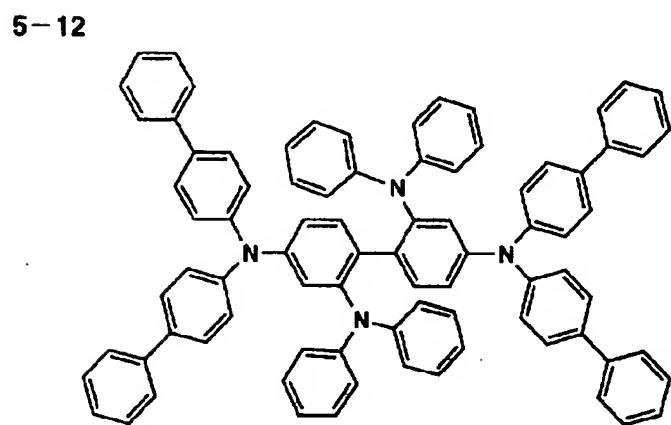
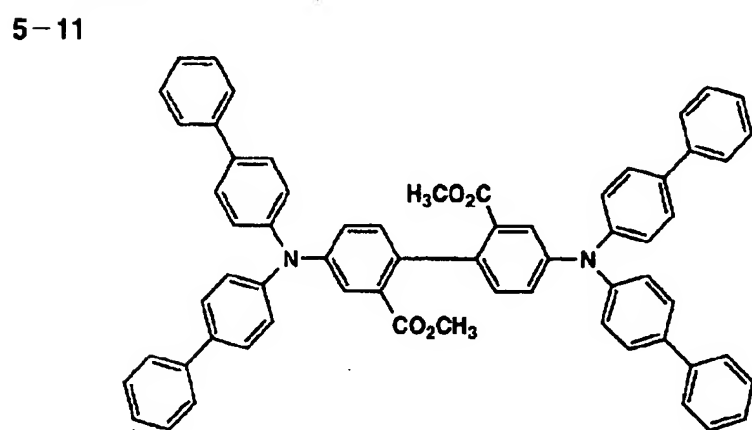
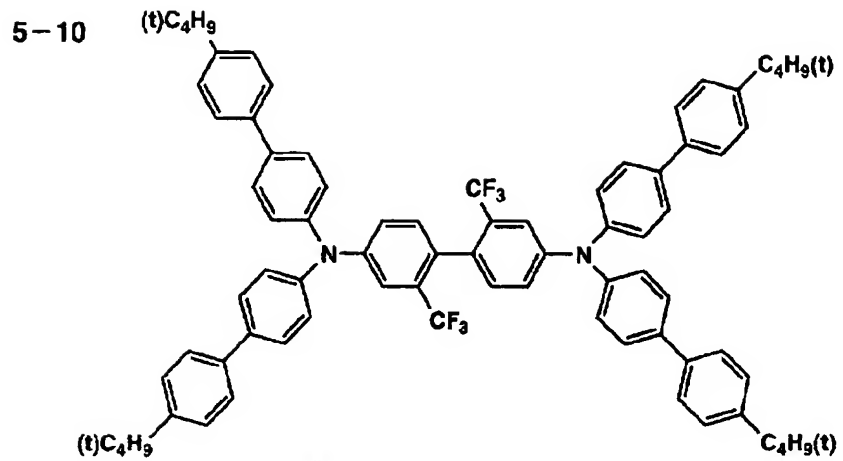


5-9



【0158】

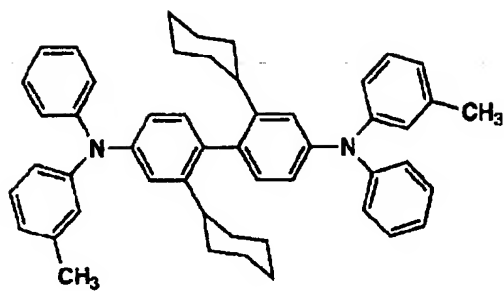
【化77】



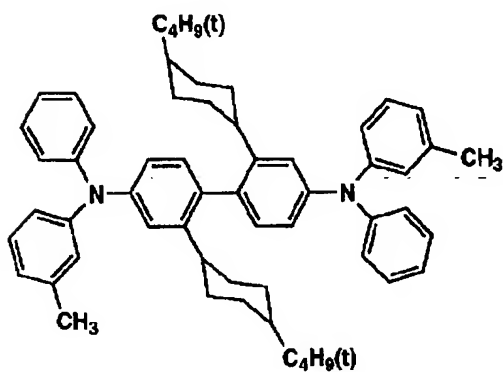
【0159】

【化78】

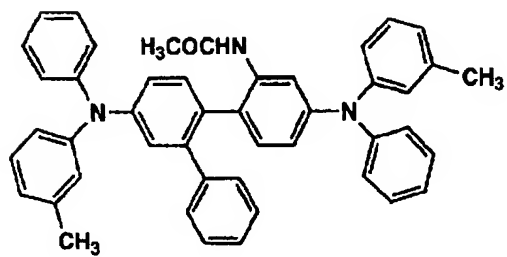
5-13



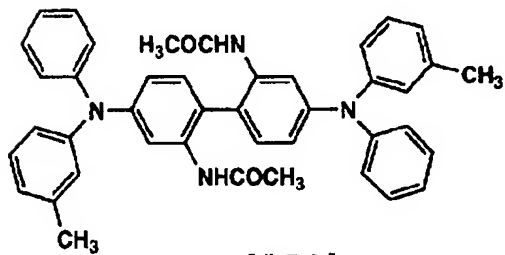
5-14



5-15



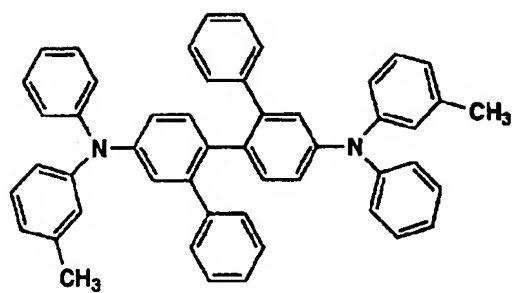
5-16



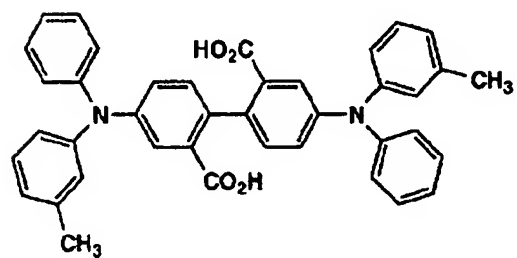
【0160】

【化79】

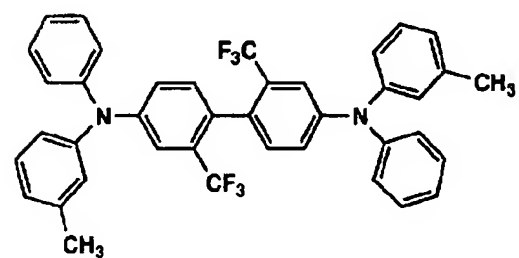
5-17



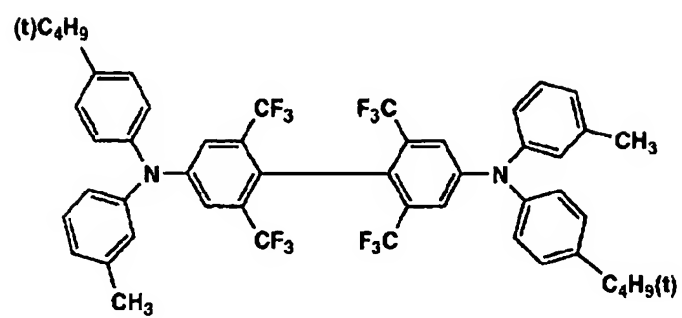
5-18



5-19



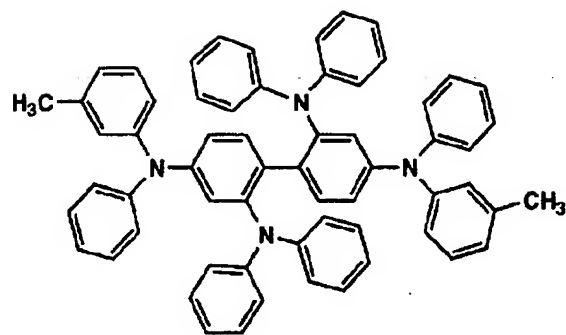
5-20



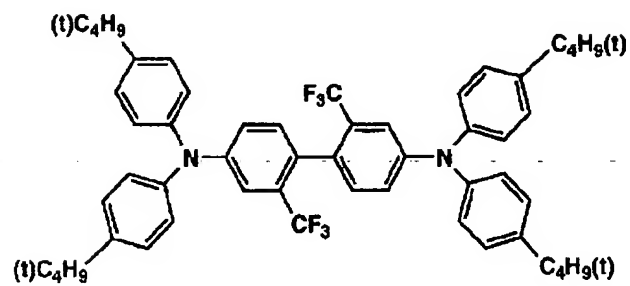
【0161】

【化80】

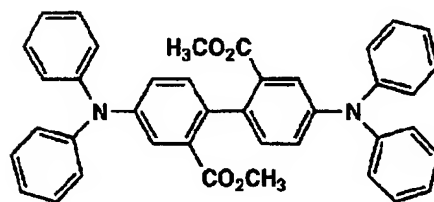
5-21



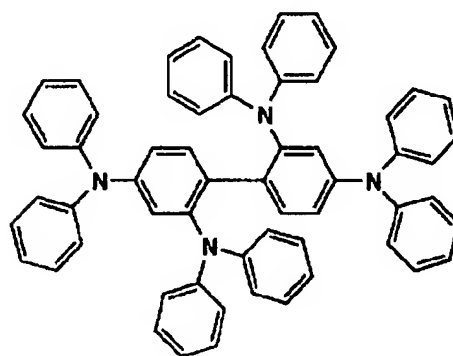
5-22



5-23



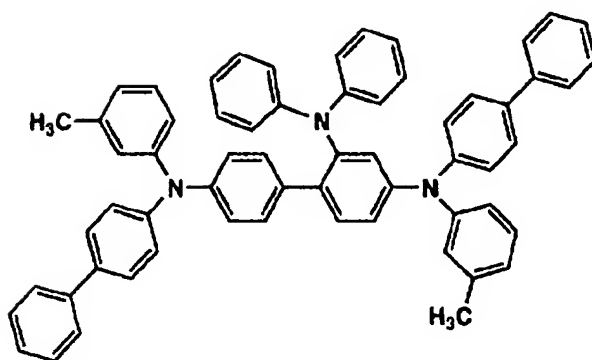
5-24



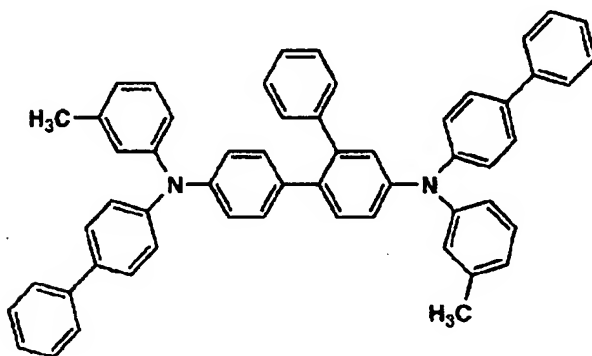
【0162】

【化81】

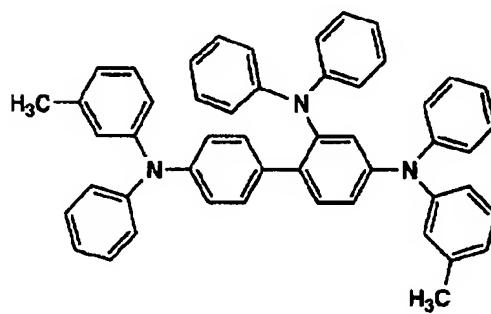
5-25



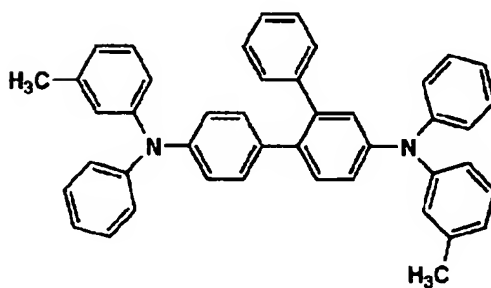
5-26



5-27



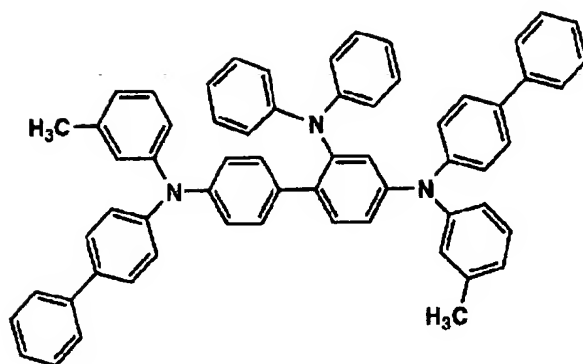
5-28



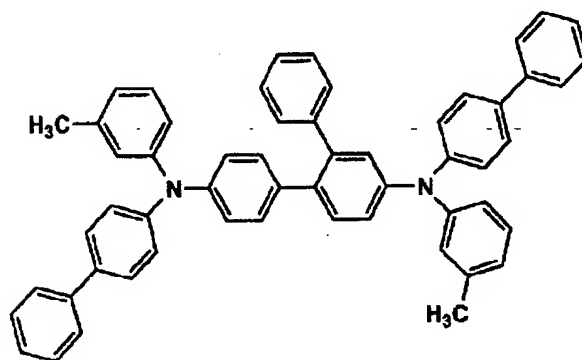
【0163】

【化82】

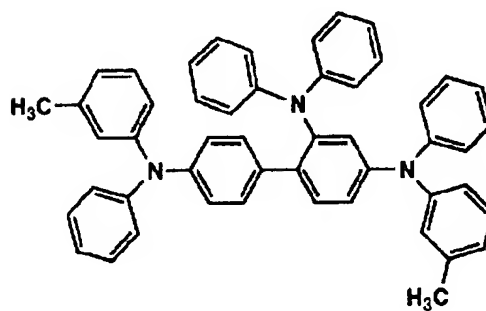
5-29



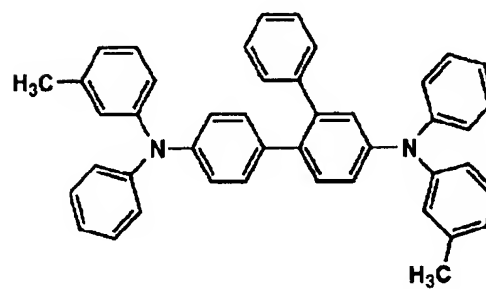
5-30



5-31



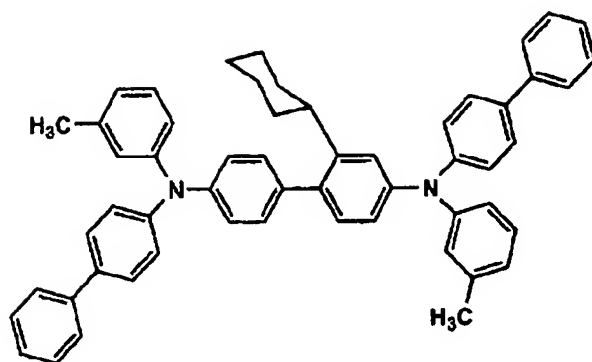
5-32



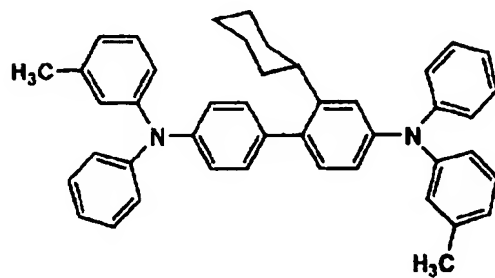
【0164】

【化83】

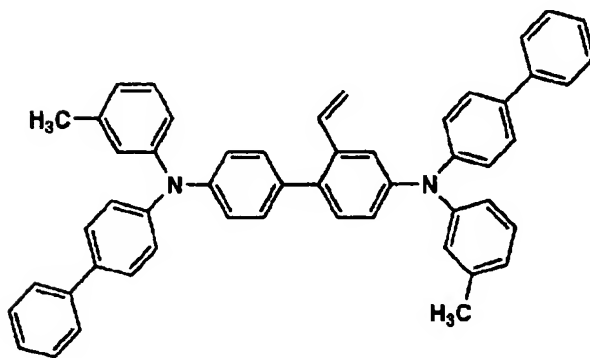
5-33



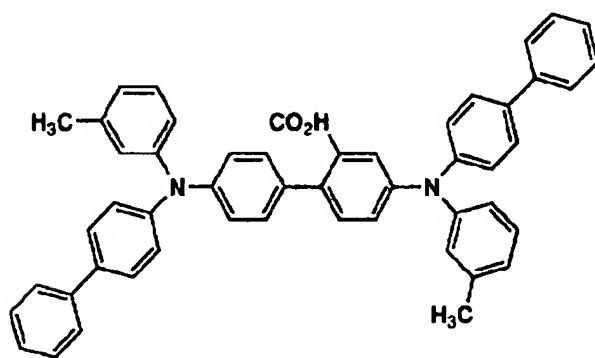
5-34



5-35



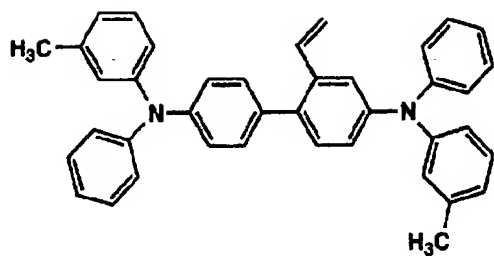
5-36



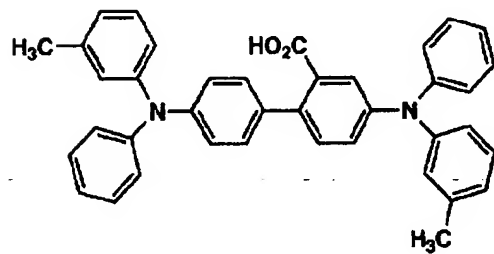
【0165】

【化84】

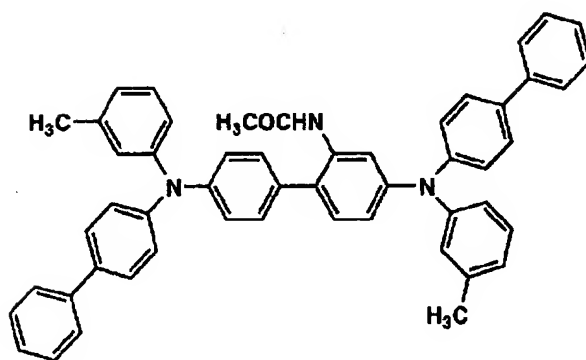
5-37



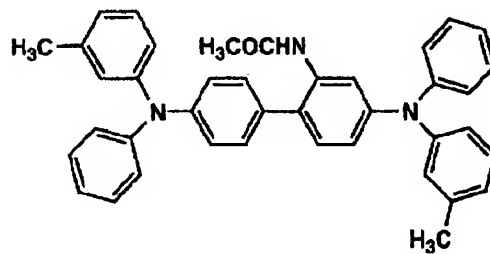
5-38



5-39



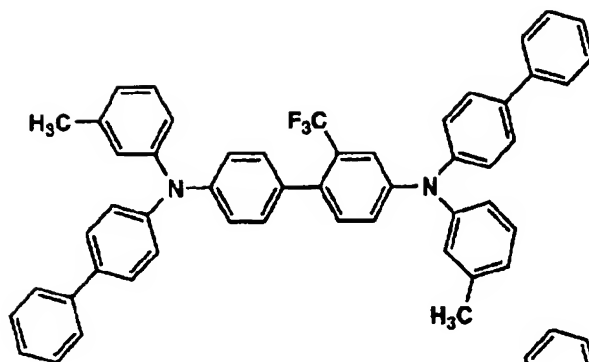
5-40



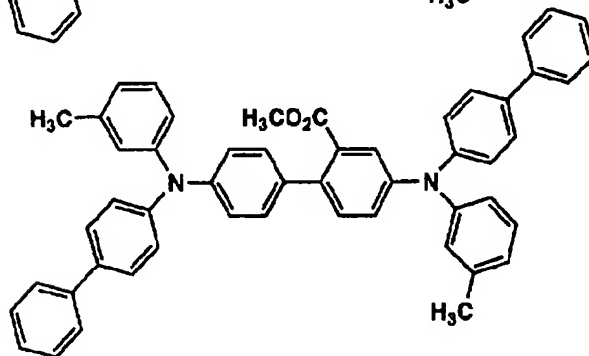
【0166】

【化85】

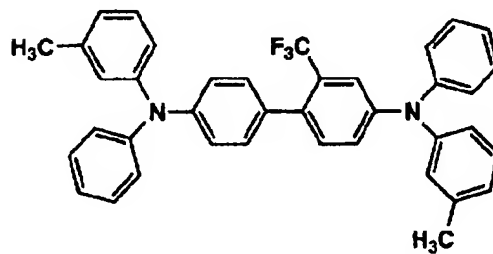
5-41



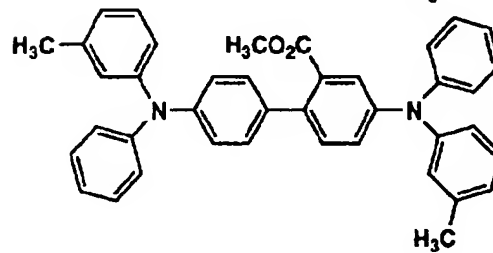
5-42



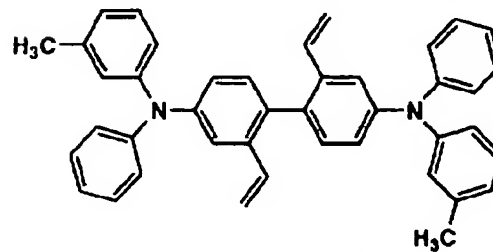
5-43



5-44



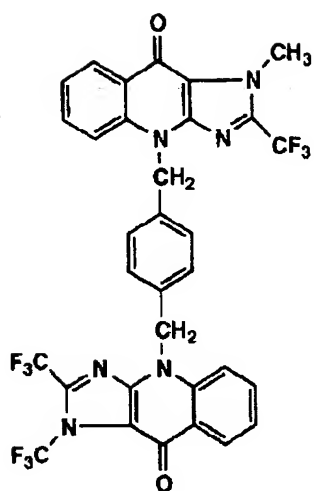
5-45



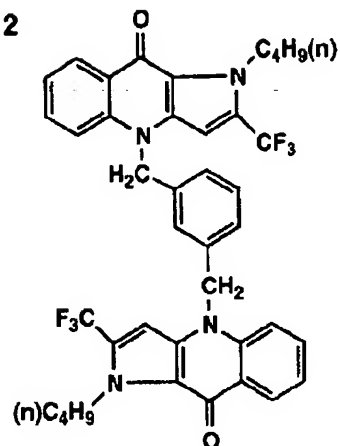
【0167】

【化86】

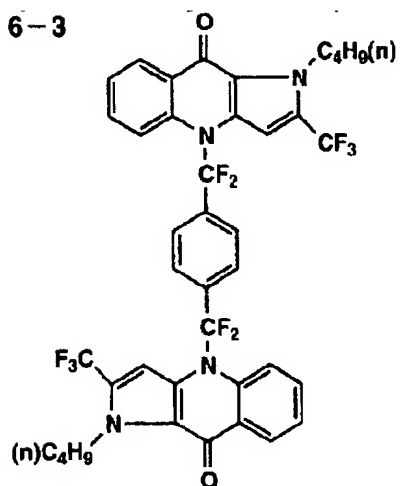
6-1



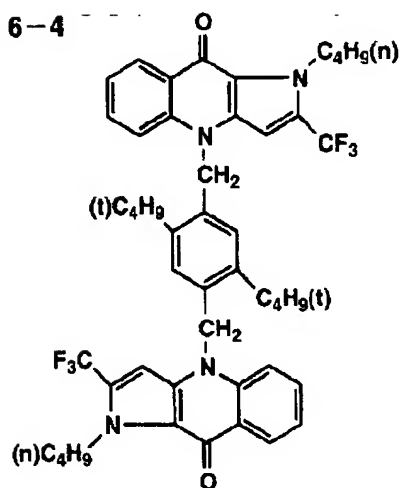
6-2



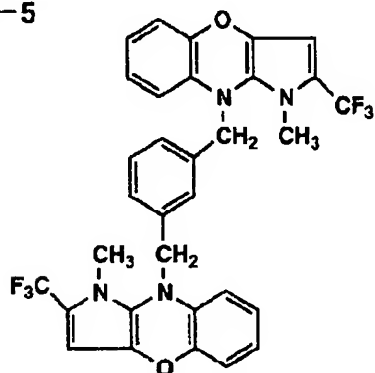
6-3



6-4



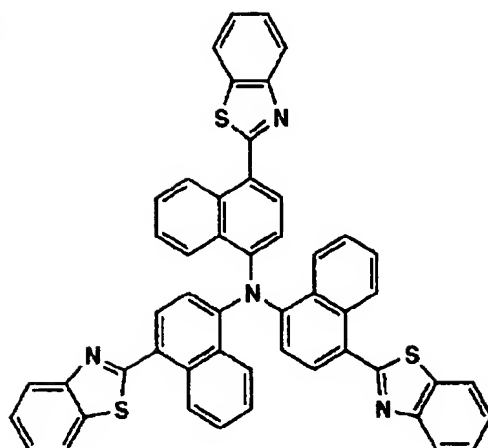
6-5



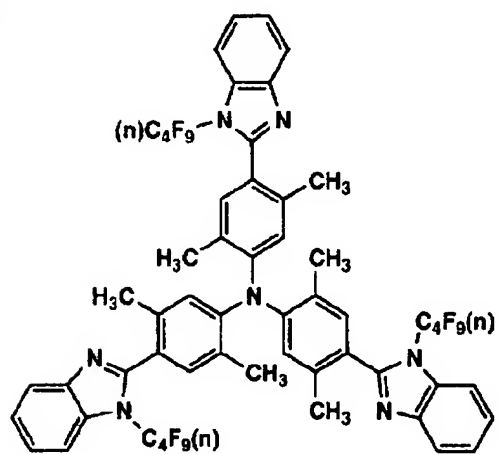
【0168】

【化87】

6-6



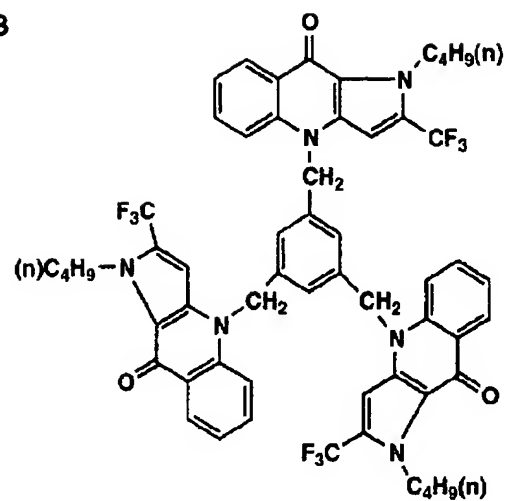
6-7



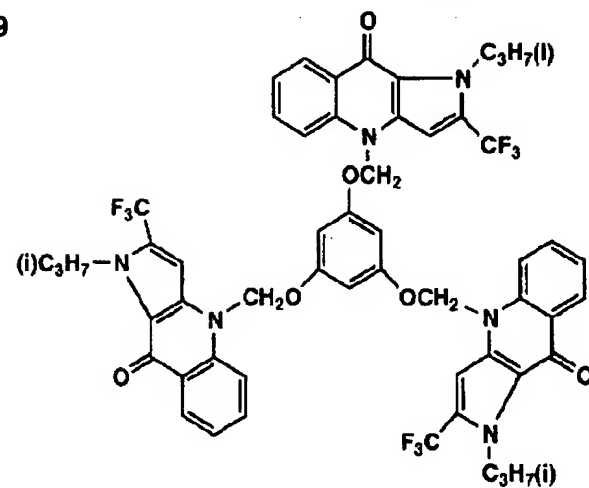
【0169】

【化88】

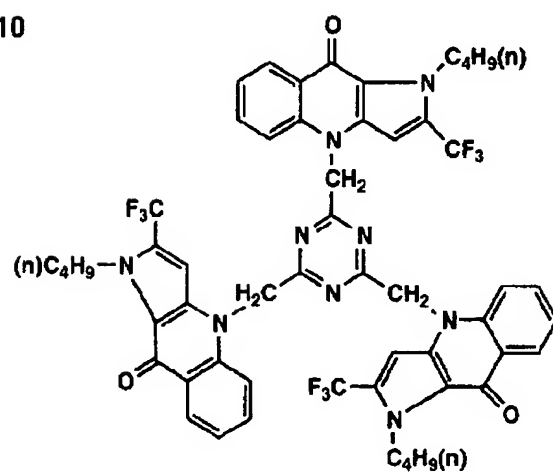
6-8



6-9



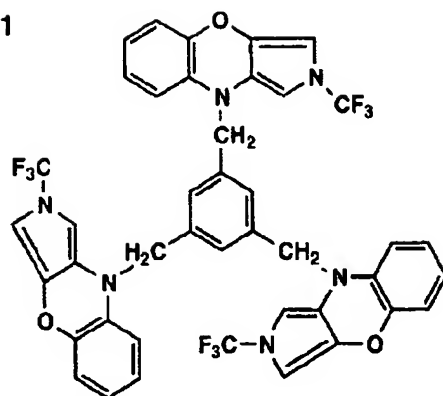
6-10



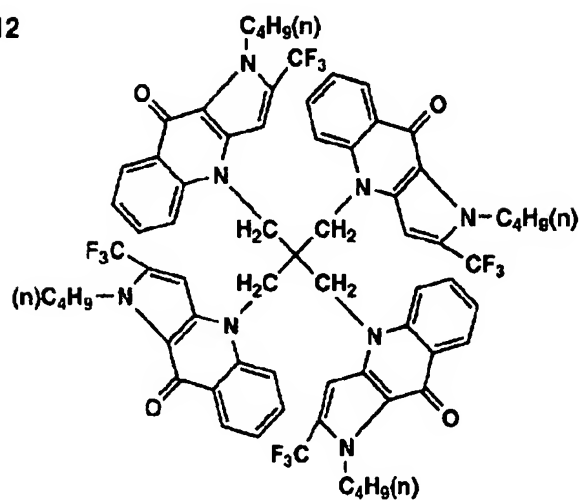
【0170】

【化89】

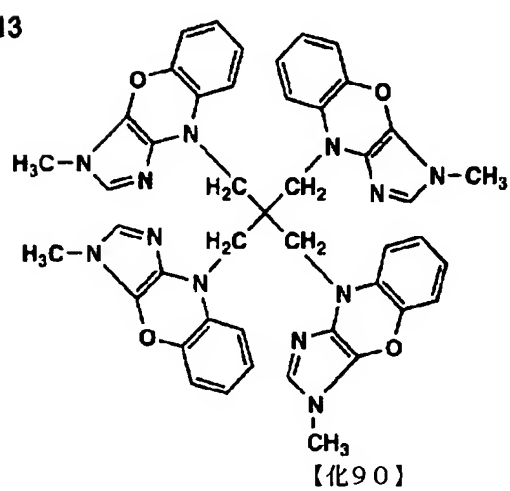
6-11



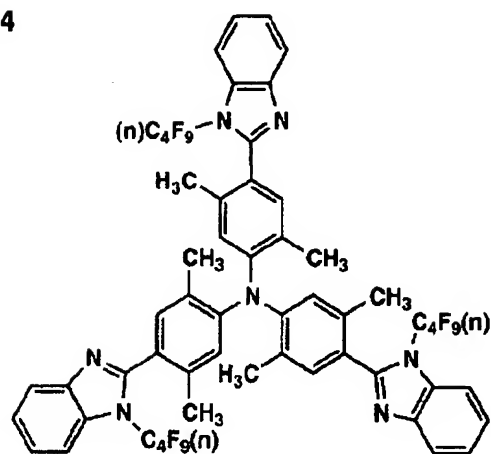
6-12



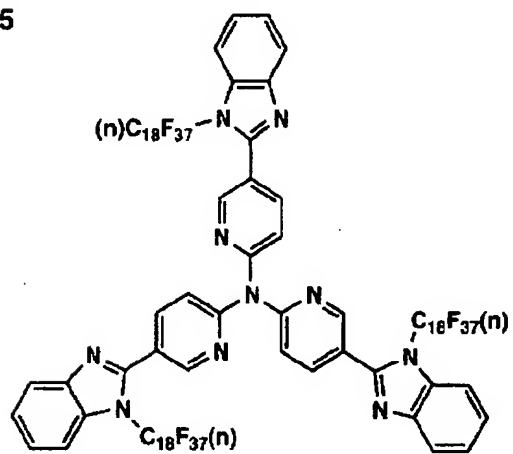
6-13



6-14



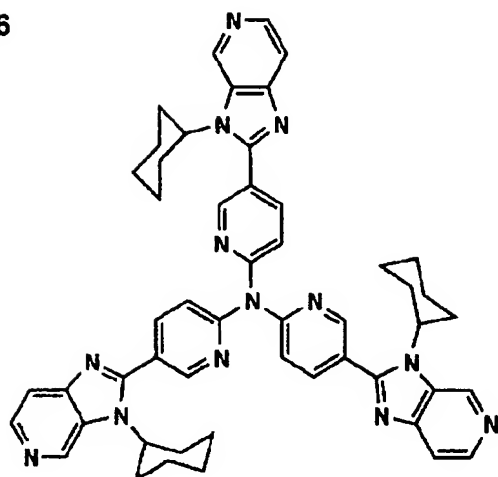
6-15



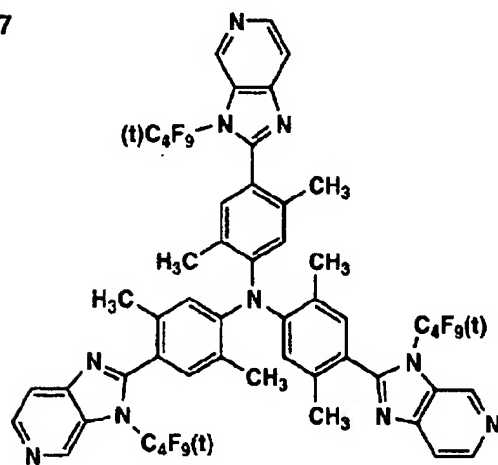
【0172】

【化91】

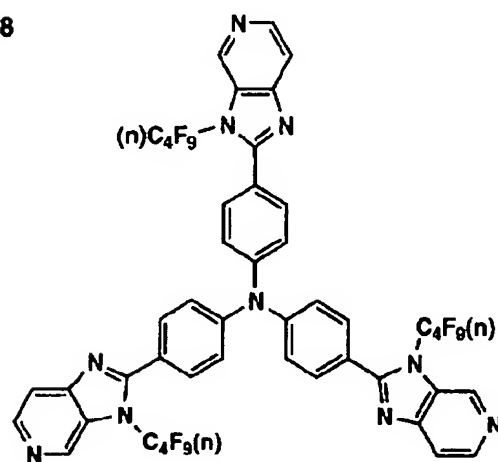
6-16



6-17



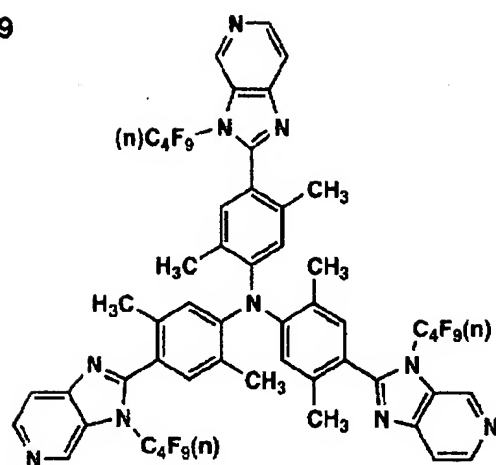
6-18



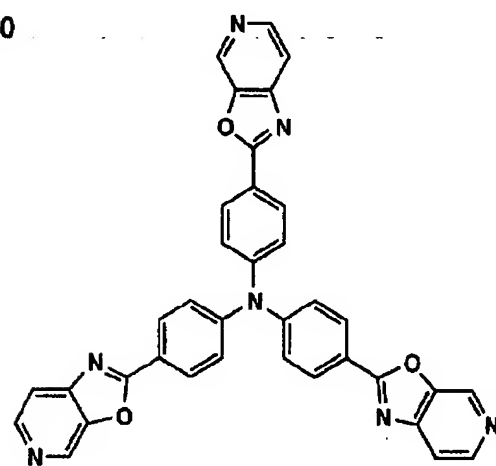
【0173】

【化92】

6-19



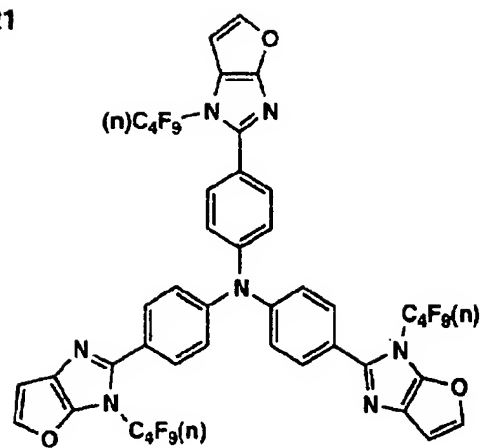
6-20



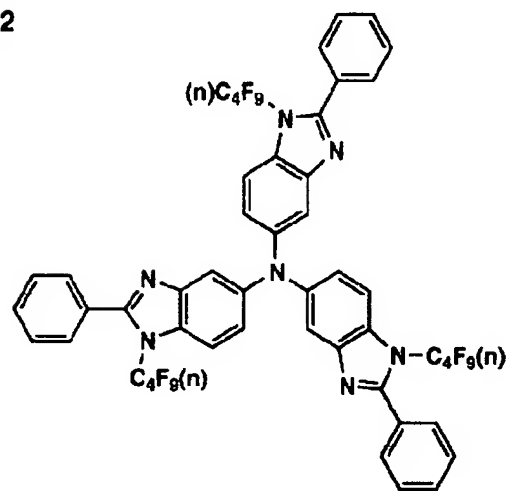
【0174】

【化93】

6-21



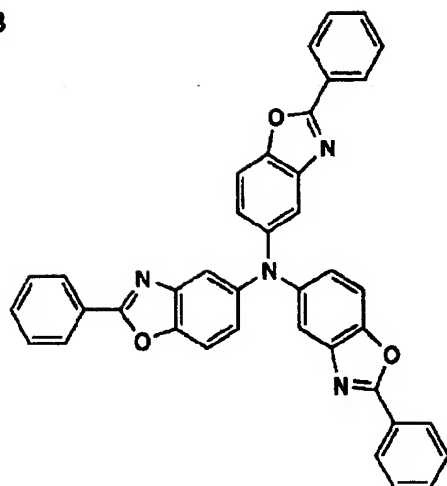
6-22



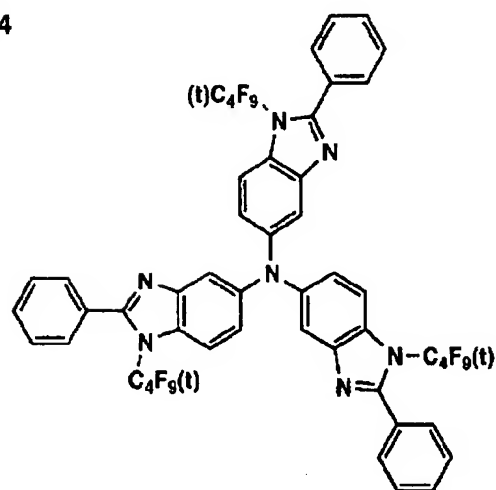
【0175】

【化94】

6-23

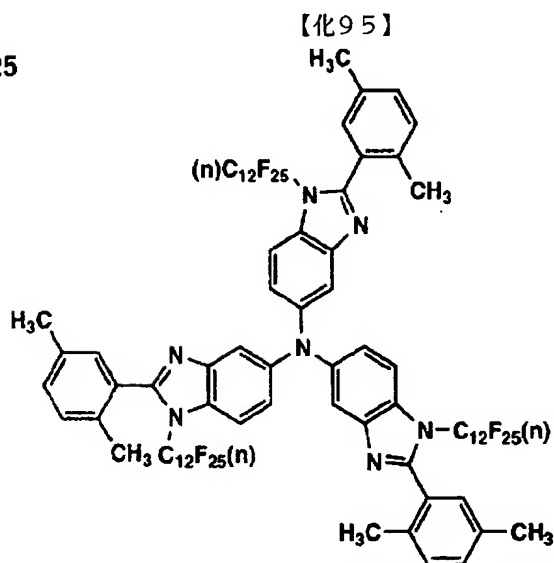


6-24



【0176】

6-25



【0177】本発明でいうバンドギャップとは、化合物のイオン化ポテンシャルと電子親和力の差を表し、イオン化ポテンシャル、及び電子親和力は真空準位を基準として決定される。イオン化ポテンシャルは化合物のHOMO

MO（最高被占分子軌道）レベルにある電子を真空準位に放出するのに必要なエネルギーで定義され、電子親和力は真空準位にある電子が物質のLUMO（最低空分子軌道）レベルに落ちて安定化するエネルギーで定義され

る。尚、上記イオン化ポテンシャルと電子親和力の差は、化合物の吸収スペクトルの吸収端から換算することが可能であり、本発明では、化合物をガラス上に100 nm蒸着したときの蒸着膜の吸収スペクトルを測定し、その吸収端の波長Y nmを以下の換算式を用いてX (eV) に換算して求めることができる。

$$【0178】 X = 1240 / Y$$

以下、発光層について説明する。

【0179】ここでいう発光層は、広義の意味では、陰極と陽極からなる電極に電流を流した際に発光する層のことを指す。具体的には、陰極と陽極からなる電極に電流を流した際に発光する蛍光性化合物を含有する層のことを指す。通常、エレクトロルミネッセンス素子(EL素子)は一对の電極の間に発光層を挟持した構造をとる。本発明の有機EL素子は、必要に応じ発光層の他に、正孔輸送層、電子輸送層、陽極バッファ層および陰極バッファ層等を有し、陰極と陽極で挟持された構造をとる。

【0180】具体的には、

- (i) 陽極/発光層/陰極
- (ii) 陽極/正孔輸送層/発光層/陰極
- (iii) 陽極/発光層/電子輸送層/陰極
- (iv) 陽極/正孔輸送層/発光層/電子輸送層/陰極
- (v) 陽極/陽極バッファ層/正孔輸送層/発光層/電子輸送層/陰極バッファ層/陰極などで示される構造がある。

【0181】上記化合物を用いて発光層を形成する方法としては、例えば蒸着法、スピンコート法、キャスト法、LB法などの公知の方法により薄膜を形成する方法があるが、特に分子堆積膜であることが好ましい。ここで、分子堆積膜とは、上記化合物の気相状態から沈着され形成された薄膜や、該化合物の溶解状態又は液相状態から固体化され形成された膜のことである。通常、この分子堆積膜はLB法により形成された薄膜(分子累積膜)と、凝集構造、高次構造の相違やそれに起因する機能的な相違により区別することができる。

【0182】また、この発光層は、特開昭57-51781号に記載されているように、樹脂などの結着材と共に発光材料として上記化合物を溶剤に溶かして溶液としたのち、これをスピンコート法などにより塗布して薄膜形成することにより得ることができる。

【0183】このようにして形成された発光層の膜厚については特に制限はなく、状況に応じて適宜選択することができるが、通常は5 nm〜5 μmの範囲である。

【0184】ここで、本発明に記載の蛍光性化合物は、具体的には、重金属錯体系化合物であり、好ましくは元素の周期律表でVIII属の金属を中心金属とする錯体系化合物であり、さらに好ましくは、オスミウム、イリジウムまたはプラチナ錯体系化合物である。これらのうち特にイリジウムが好ましい。

【0185】これらの蛍光性化合物としては、前記のように蛍光量子収率が、25℃において0.001以上である他、前記ホストとなる蛍光性化合物の蛍光極大波長よりも長い蛍光極大波長を有するものであり、これにより、例えば、ホストとなる蛍光性化合物の蛍光極大波長より長波の蛍光性化合物をもちいて蛍光性化合物の発光、即ち三重項状態を利用した、ホスト化合物の蛍光極大波長よりも長波において電界発光するEL素子を得ることができる。蛍光性化合物の濃度は上記ホスト化合物に対して0.01〜15モル%が好ましい。より好ましくは、2〜10%である。

【0186】本発明において、ホスト化合物は、ガラス転移温度(Tg)が高い、熱安定性の高いものが有機エレクトロルミネッセンス素子の材料として好ましい。Tgは100度以上であることが好ましい。

【0187】又、これらの化合物は分子量は600以上であることが好ましい。この範囲内の分子量であると発光層を真空蒸着法により容易に作製することができ、有機EL素子の製造が容易になる。さらに、有機EL素子中における蛍光性化合物の熱安定性もよくなる。

【0188】前記蛍光性化合物はホスト化合物として用いられるが、正孔輸送層或いは正孔注入層に用いてもよく優れた効果を発揮する。

【0189】次に正孔注入層、正孔輸送層、電子注入層、電子輸送層等発光層と組み合わせてEL素子を構成するその他の層について説明する。

【0190】正孔注入層、正孔輸送層は、陽極より注入された正孔を発光層に伝達する機能を有し、この正孔注入層、正孔輸送層を陽極と発光層の間に介在させることにより、より低い電界で多くの正孔が発光層に注入され、そのうえ、発光層に陰極、電子注入層又は電子輸送層より注入された電子は、発光層と正孔注入層もしくは正孔輸送層の界面に存在する電子の障壁により、発光層内の界面に累積され発光効率が向上するなど発光性能の優れた素子となる。この正孔注入層、正孔輸送層の材料(以下、正孔注入材料、正孔輸送材料という)については、前記の陽極より注入された正孔を発光層に伝達する機能を有する性質をもつものであれば特に制限はなく、従来、光導伝材料において、正孔の電荷注入輸送材料として慣用されているものやEL素子の正孔注入層、正孔輸送層に使用される公知のものの中から任意のものを選択して用いることができる。

【0191】上記正孔注入材料、正孔輸送材料は、正孔の注入もしくは輸送、電子の障壁性のいずれかを有するものであり、有機物、無機物のいずれであってもよい。この正孔注入材料、正孔輸送材料としては、例えばトリアゾール誘導体、オキサジアゾール誘導体、イミダゾール誘導体、ポリアリーラルカン誘導体、ピラゾリン誘導体及びピラゾロン誘導体、フェニレンジアミン誘導体、アリーラルアミン誘導体、アミノ置換カルコン誘導

体、オキサゾール誘導体、スチリルアントラセン誘導体、フルオレノン誘導体、ヒドラゾン誘導体、スチルベン誘導体、シラザン誘導体、アニリン系共重合体、また、導電性高分子オリゴマー、特にチオフェンオリゴマーなどが挙げられる。正孔注入材料、正孔輸送材料としては、上記のものを使用することができるが、ポリフィリン化合物、芳香族第三級アミン化合物及びスチリルアミン化合物、特に芳香族第三級アミン化合物を用いることが好ましい。

【0192】上記芳香族第三級アミン化合物及びスチリルアミン化合物の代表例としては、N, N, N', N'-テトラフェニル-4, 4'-ジアミノフェニル; N, N'-ジフェニル-N, N'-ビス(3-メチルフェニル)-[1, 1'-ビフェニル]-4, 4'-ジアミン(TPD); 2, 2-ビス(4-ジ-p-トリルアミノフェニル)プロパン; 1, 1-ビス(4-ジ-p-トリルアミノフェニル)シクロヘキサン; N, N, N', N'-テトラ-p-トリル-4, 4'-ジアミノビフェニル; 1, 1-ビス(4-ジ-p-トリルアミノフェニル)-4-フェニルシクロヘキサン; ビス(4-ジメチルアミノ-2-メチルフェニル)フェニルメタン; ビス(4-ジ-p-トリルアミノフェニル)フェニルメタン; N, N'-ジフェニル-N, N'-ジ(4-メトキシフェニル)-4, 4'-ジアミノビフェニル; N, N, N', N'-テトラフェニル-4, 4'-ジアミノジフェニルエーテル; 4, 4'-ビス(ジフェニルアミノ)クオードリフェニル; N, N, N-トリ(p-トリル)アミン; 4-(ジ-p-トリルアミノ)-4'-[4-(ジ-p-トリルアミノ)スチリル]スチルベン; 4-N, N-ジフェニルアミノ-(2-ジフェニルビニル)ベンゼン; 3-メトキシ-4'-N, N-ジフェニルアミノスチルベンゼン; N-フェニルカルバゾール、さらには、前記ホスト化合物としてあげたトリアルールアミン化合物、ビフェニル化合物が特に好ましく、米国特許第5, 061, 569号明細書に記載されている2個の縮合芳香族環を分子内に有するもの、例えば4, 4'-ビス[N-(1-ナフチル)-N-フェニルアミノ]ビフェニル(NPD)、特開平4-308688号公報に記載されているトリフェニルアミンユニットが3つスターバースト型に連結された4, 4', 4'-トリス[N-(3-メチルフェニル)-N-フェニルアミノ]トリフェニルアミン(MTDATA)なども挙げられる。

【0193】さらにこれらの材料を高分子鎖に導入した、またはこれらの材料を高分子の主鎖とした高分子材料を用いることもできる。

【0194】また、p型-Si、p型-SiCなどの無機化合物も正孔注入材料、正孔輸送材料として使用することができる。この正孔注入層、正孔輸送層は、上記正孔注入材料、正孔輸送材料を、例えば真空蒸着法、スビ

ンコート法、キャスト法、LB法などの公知の方法により、薄膜化することにより形成することができる。正孔注入層、正孔輸送層の膜厚については特に制限はないが、通常は5nm~5μm程度である。この正孔注入層、正孔輸送層は、上記材料の一種又は二種以上からなる一層構造であってもよく、同一組成又は異種組成の複数層からなる積層構造であってもよい。

【0195】さらに、必要に応じて用いられる電子輸送層は、陰極より注入された電子を発光層に伝達する機能を有していればよく、その材料としては従来公知の化合物の中から任意のものを選択して用いることができる。

【0196】この電子輸送層に用いられる材料(以下、電子輸送材料という)の例としては、ニトロ置換フルオレン誘導体、ジフェニルキノン誘導体、チオピランジオキシド誘導体、ナフタレンペリレンなどの複素環テトラカルボン酸無水物、カルボジイミド、フルオレニリデンメタン誘導体、アントラキノジメタン及びアントロン誘導体、オキサジアゾール誘導体などが挙げられる。さらに、上記オキサジアゾール誘導体において、オキサジアゾール環の酸素原子を硫黄原子に置換したチアアジアゾール誘導体、電子吸引基として知られているキノキサリン環を有するキノキサリン誘導体も、電子輸送材料として用いることができる。

【0197】さらにこれらの材料を高分子鎖に導入した、またはこれらの材料を高分子の主鎖とした高分子材料を用いることもできる。

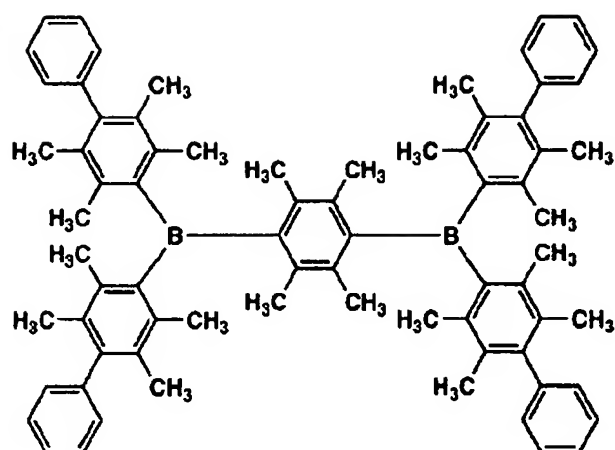
【0198】また、8-キノリノール誘導体の金属錯体、例えばトリス(8-キノリノール)アルミニウム(Alq)、トリス(5, 7-ジクロロ-8-キノリノール)アルミニウム、トリス(5, 7-ジブromo-8-キノリノール)アルミニウム、トリス(2-メチル-8-キノリノール)アルミニウム、トリス(5-メチル-8-キノリノール)アルミニウム、ビス(8-キノリノール)亜鉛(Znq)など、及びこれらの金属錯体の中心金属がIn、Mg、Cu、Ca、Sn、Ga又はPbに置き替わった金属錯体も、電子輸送材料として用いることができる。その他、メタルフリー若しくはメタルフタロシアニン、又はそれらの末端がアルキル基やスルホン酸基などで置換されているものも、電子輸送材料として好ましく用いることができる。また、発光層の材料として例示したジスチリルピラジン誘導体も、電子輸送材料として用いることができるし、正孔注入層、正孔輸送層と同様に、n型-Si、n型-SiCなどの無機半導体も電子輸送材料として用いることができる。

【0199】電子輸送層に用いる好ましい化合物としては、以下に挙げるホウ素化合物が挙げられる。これらの化合物は又、前記燐光性化合物のホスト化合物として用いることもできる。

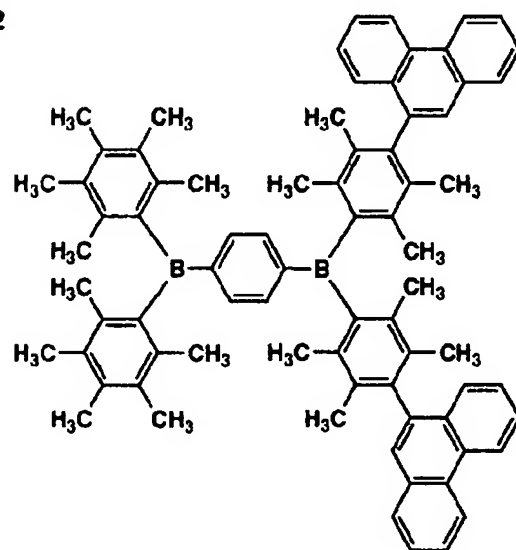
【0200】

【化96】

7-1



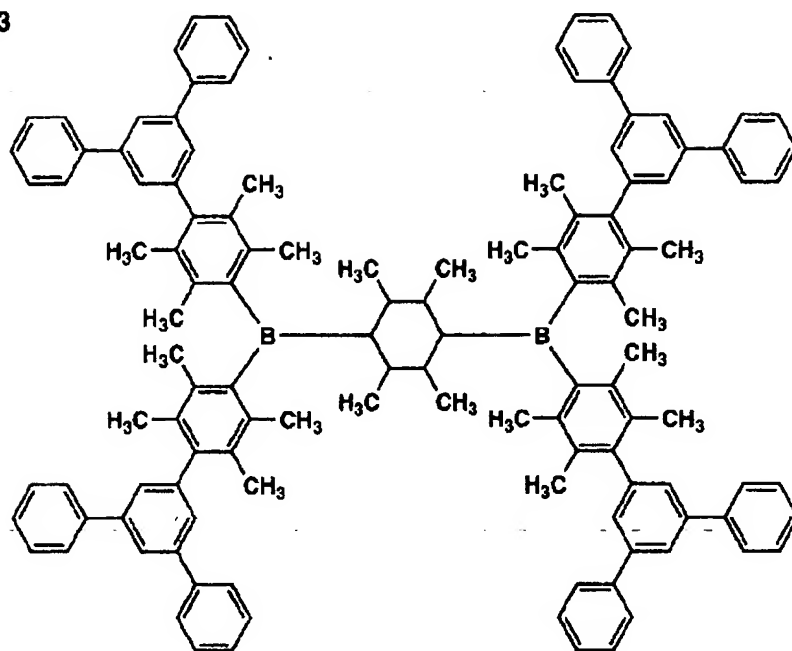
7-2



【0201】

【化97】

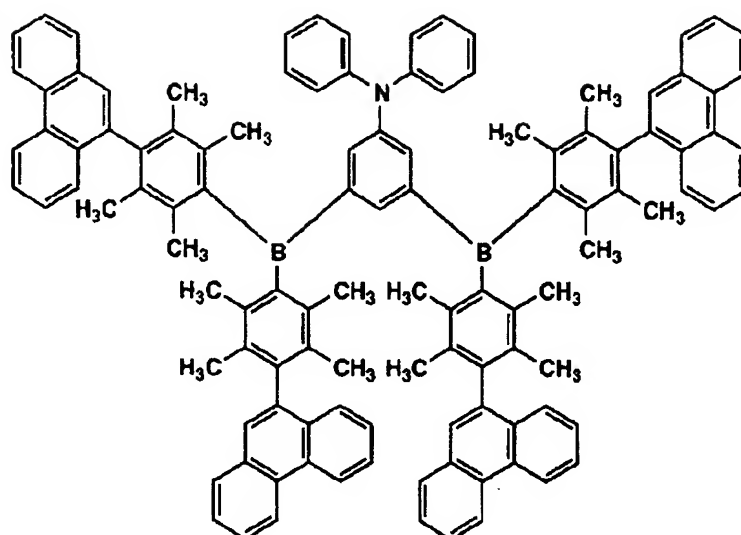
7-3



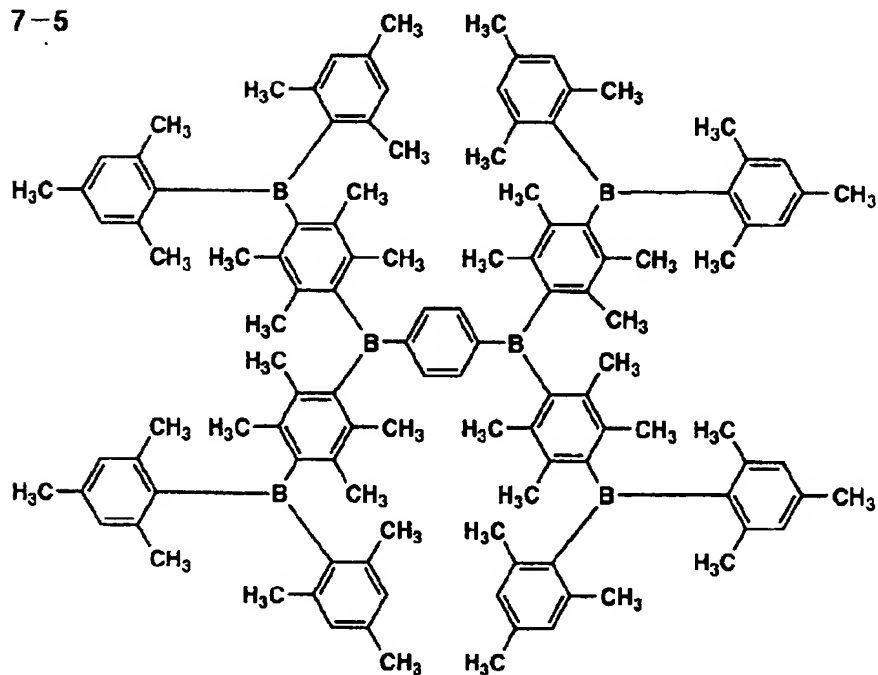
【0202】

【化98】

7-4



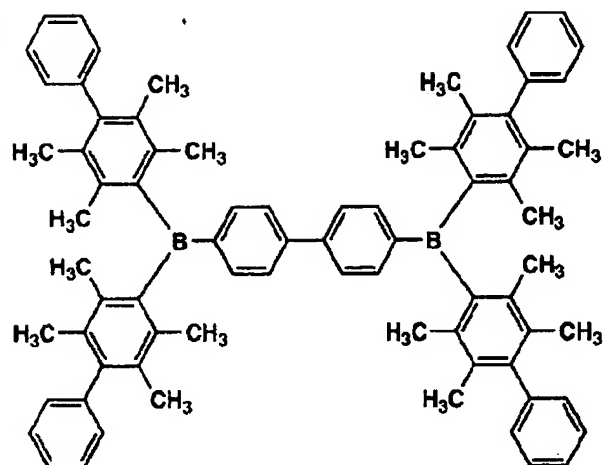
7-5



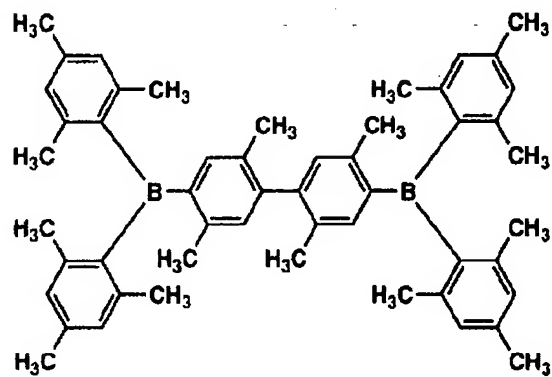
【0203】

【化99】

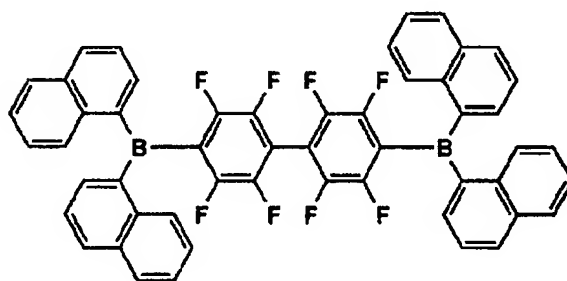
7-6



7-7



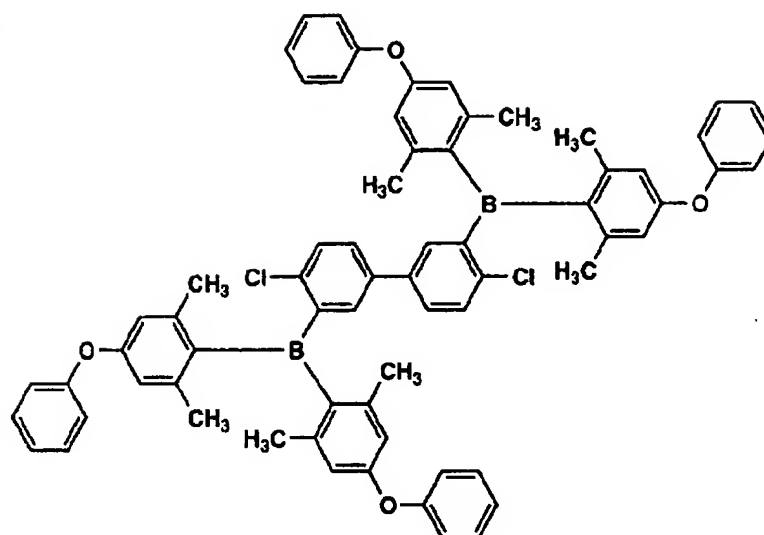
7-8



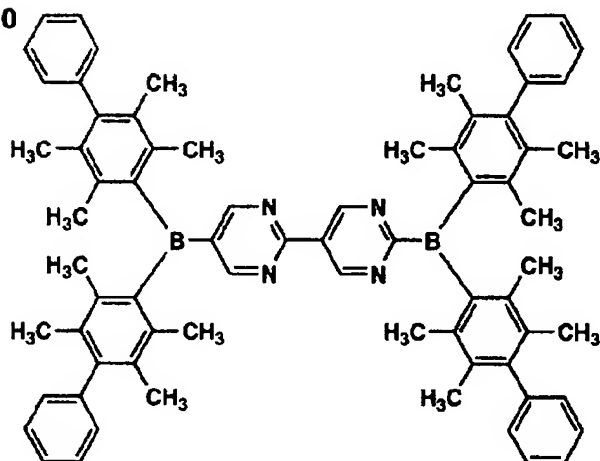
【0204】

【化100】

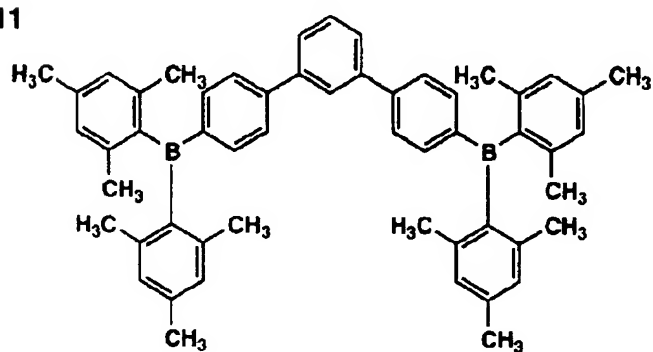
7-9



7-10



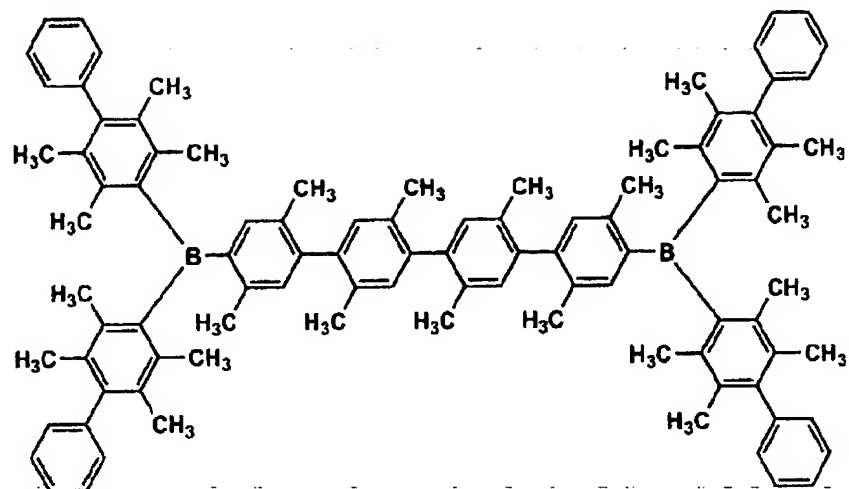
7-11



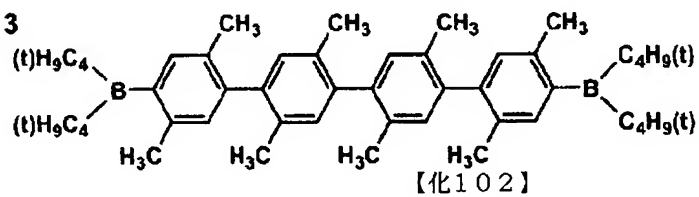
【0205】

【化101】

7-12

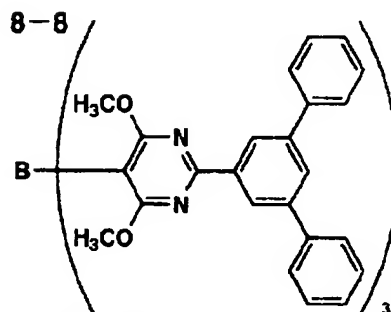
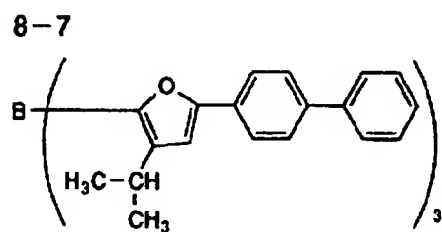
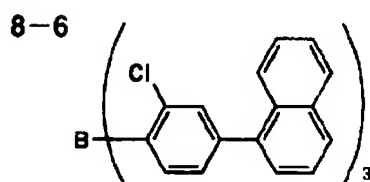
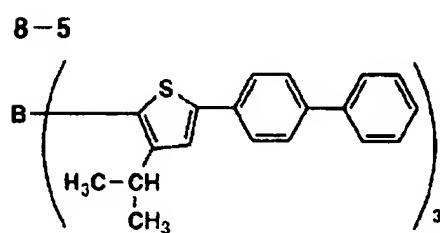
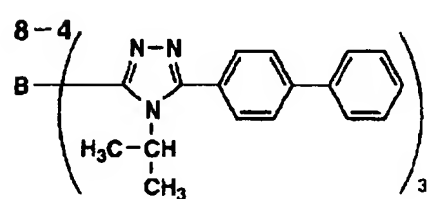
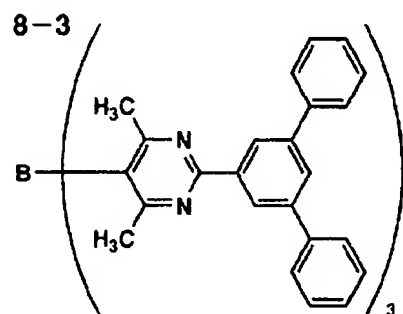
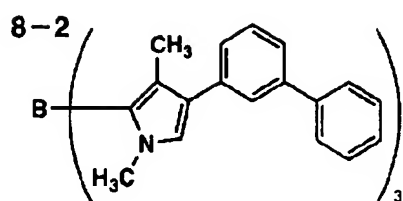
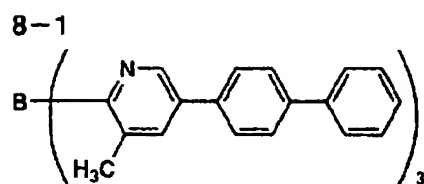


7-13



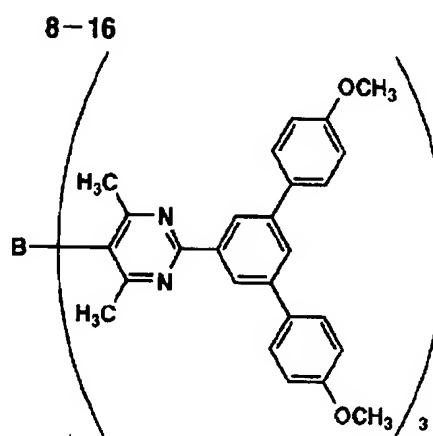
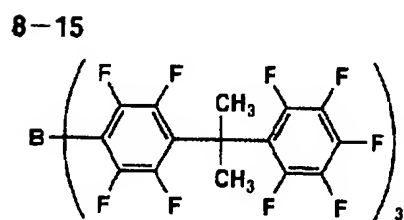
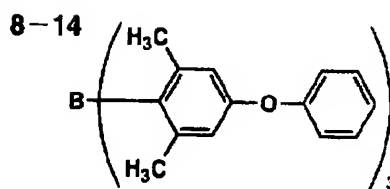
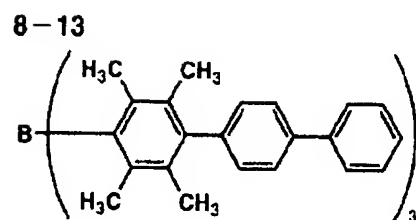
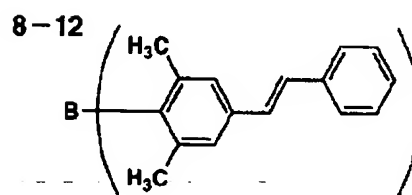
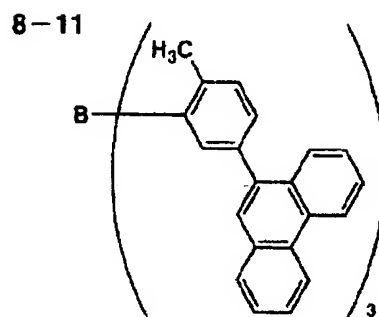
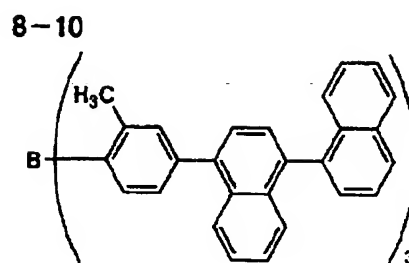
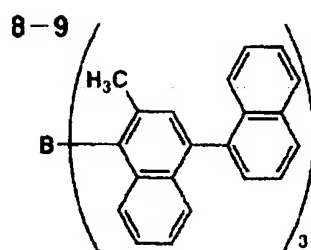
【0206】

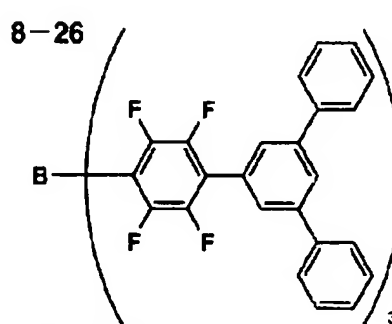
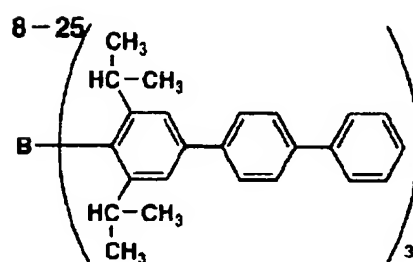
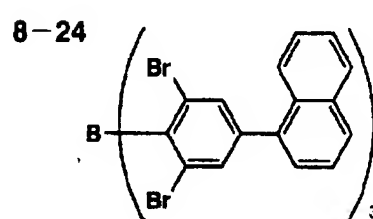
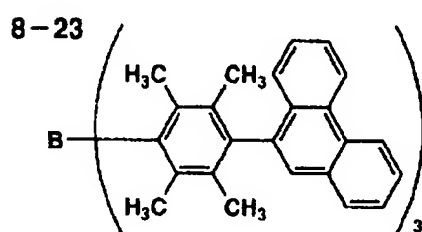
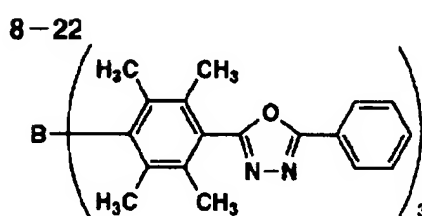
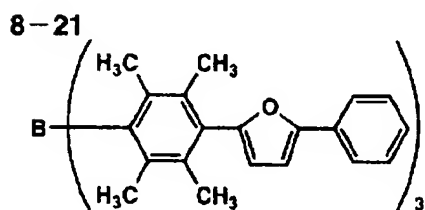
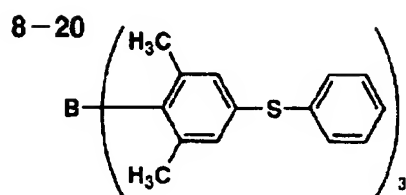
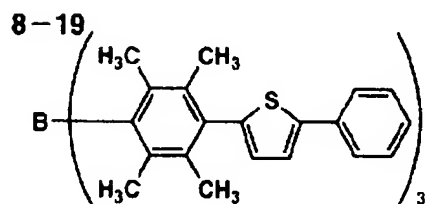
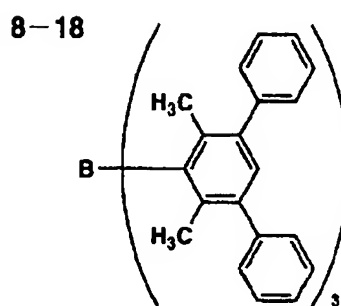
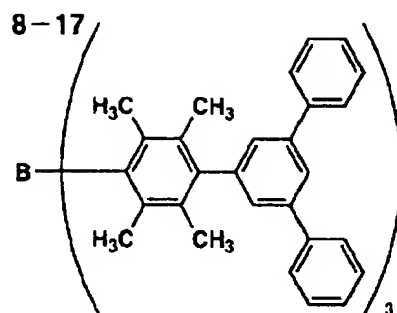
【化102】



【0207】

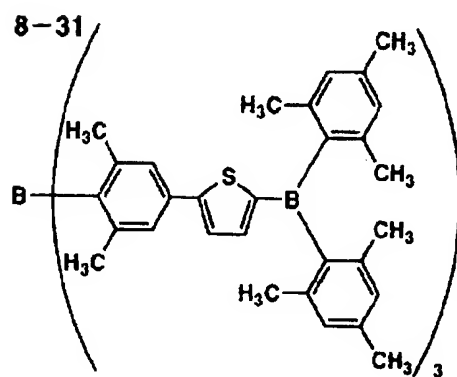
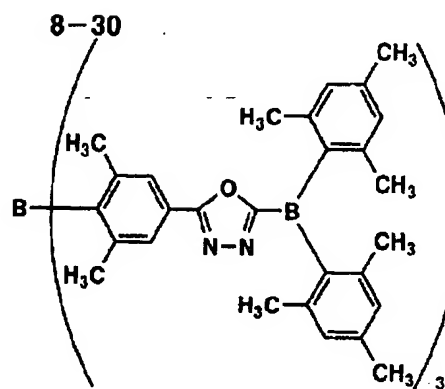
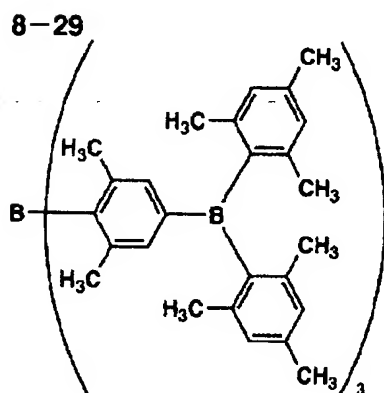
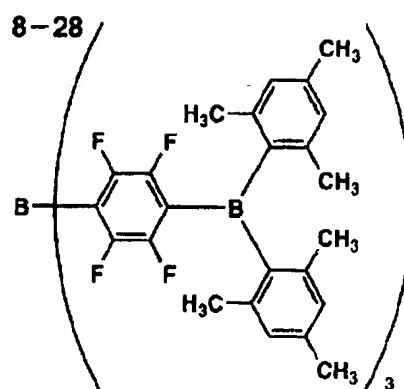
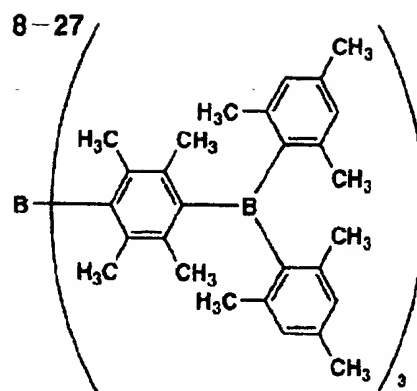
【化103】





【0209】

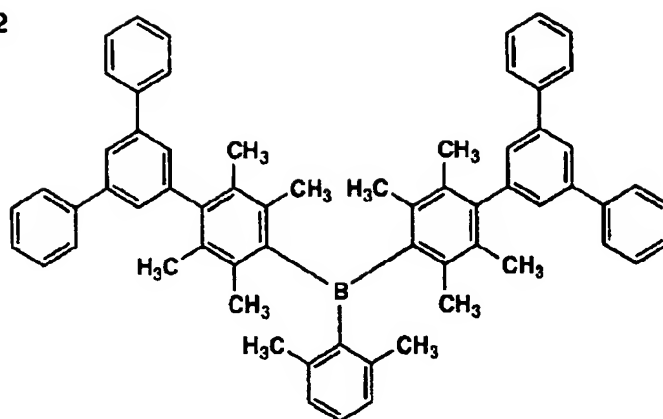
【化105】



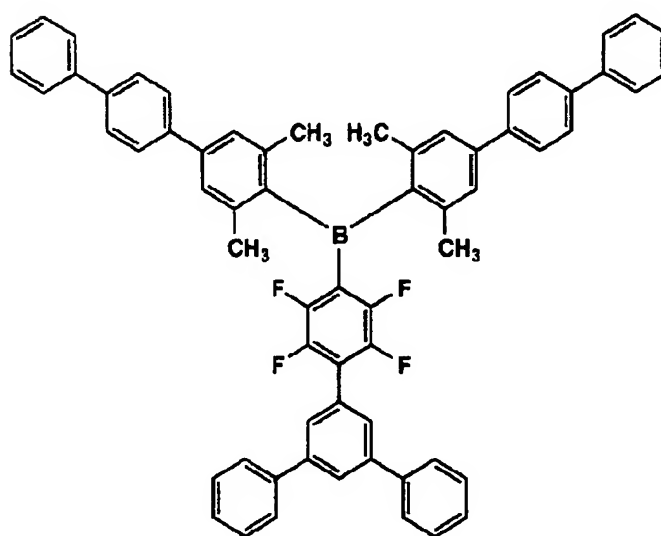
[0210]

[化106]

8-32



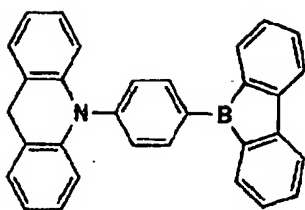
8-33



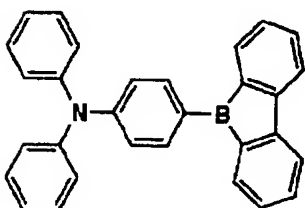
【0211】

【化107】

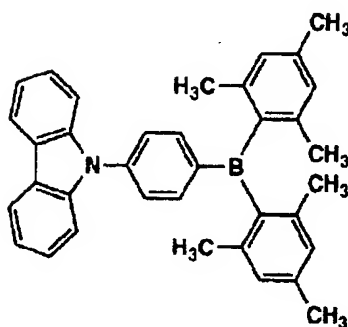
9-1



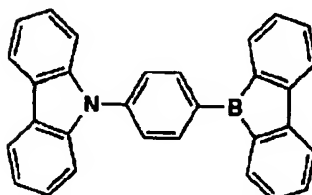
9-2



9-3



9-4



【0212】この電子輸送層は、上記化合物を、例えば真空蒸着法、スピコート法、キャスト法、LB法などの公知の薄膜形成法により製膜して形成することができる。電子輸送層としての膜厚は、特に制限はないが、通常は5nm～5μmの範囲で選ばれる。この電子輸送層は、これらの電子輸送材料一種又は二種以上からなる一層構造であってもよいし、あるいは、同一組成又は異種組成の複数層からなる積層構造であってもよい。

【0213】又、本発明においては、蛍光性化合物は発光層のみに限定することではなく、発光層に隣接した正孔輸送層、または電子輸送層に前記蛍光性化合物のホスト化合物となる蛍光性化合物と同じ領域に蛍光極大波長を有する蛍光性化合物を少なくとも1種含有させてもよく、それにより更にEL素子の発光効率を高めることができる。これらの正孔輸送層や電子輸送層に含有される蛍光性化合物としては、発光層に含有されるものと同様に蛍光極大波長が350nmから440nm、更に好ましくは390nm～410nmの範囲にある蛍光性化合物が用いられる。

物が用いられる。

【0214】また、別の形態では、ホスト化合物としての蛍光性化合物(A)と燐光性化合物の他に、燐光性化合物からの発光の極大波長よりも長波な領域に、蛍光極大波長を有するもう一つの蛍光性化合物(B)を少なくとも1種含有する場合もある。この場合、蛍光性化合物(A)と燐光性化合物からのエネルギー移動で、有機EL素子としての電界発光は蛍光性化合物(B)からの発光が得られる。蛍光性化合物(B)として好ましいのは、溶液状態で蛍光量子収率が高いものである。ここで、蛍光量子収率は10%以上、特に30%以上が好ましい。具体的には、クマリン系色素、ピラン系色素、シアニン系色素、クロコニウム系色素、スクアリウム系色素、オキソベンツアントラセン系色素、フルオレsein系色素、ローダミン系色素、ビリリウム系色素、ペリレン系色素、スチルベン系色素、ポリチオフェン系色素、または、希土類錯体系蛍光体などが挙げられる。

【0215】ここでの蛍光量子収率も、前記第4版実験

化学講座7の分光IIの362ページ(1992年版、丸善)に記載の方法により測定することが出来、本発明においては、テトラヒドロフラン中で測定する。

【0216】本発明の有機EL素子に好ましく用いられる基盤は、ガラス、プラスチックなどの種類には特に限定はなく、また、透明のものであれば特に制限はない。本発明のエレクトロルミネッセンス素子に好ましく用いられる基盤としては例えばガラス、石英、光透過性プラスチックフィルムを挙げることができる。

【0217】光透過性プラスチックフィルムとしては、例えばポリエチレンテレフタレート(PET)、ポリエチレンナフタレート(PEN)、ポリエーテルスルホン(PES)、ポリエーテルイミド、ポリエーテルエーテルケトン、ポリフェニレンスルフィド、ポリアリレート、ポリイミド、ポリカーボネート(PC)、セルローストリアセテート(TAC)、セルロースアセテートプロピオネート(CAP)等からなるフィルム等が挙げられる。

【0218】次に、該有機EL素子を作製する好適な例を説明する。例として、前記の陽極/正孔注入層/正孔輸送層/発光層/電子輸送層/電子注入層/陰極からなるEL素子の作製法について説明する。

【0219】まず適当な基板上に、所望の電極用物質、例えば陽極用物質からなる薄膜を、 $1\mu\text{m}$ 以下、好ましくは $10\sim 200\text{nm}$ の範囲の膜厚になるように、蒸着やスパッタリングなどの方法により形成させて陽極を作製する。次に、この上に素子材料である正孔注入層、正孔輸送層、発光層、電子輸送層/電子注入層からなる薄膜を形成させる。

【0220】さらに、陽極と発光層または正孔注入層の間、および、陰極と発光層または電子注入層との間にはバッファ層(電極界面層)を存在させてもよい。

【0221】バッファ層とは、駆動電圧低下や発光効率向上のために電極と有機層間に設けられる層のことで、「有機EL素子とその工業化最前線(1998年1月30日エヌ・ディー・エス社発行)」の第2編第2章「電極材料」(第123頁～第166頁)に詳細に記載されており、陽極バッファ層と陰極バッファ層とがある。

【0222】陽極バッファ層は、特開平9-45479号、同9-260062号、同8-288069号等にもその詳細が記載されており、具体例として、銅フタロシアニンに代表されるフタロシアニンバッファ層、酸化バナジウムに代表される酸化物バッファ層、アモルファスカーボンバッファ層、ポリアニリン(エメラルディン)やポリチオフェン等の導電性高分子を用いた高分子バッファ層等が挙げられる。

【0223】陰極バッファ層は、特開平6-325871号、同9-17574号、同10-74586号等にもその詳細が記載されており、具体的にはストロンチ

ウムやアルミニウム等に代表される金属バッファ層、フッ化リチウムに代表されるアルカリ金属化合物バッファ層、フッ化マグネシウムに代表されるアルカリ土類金属化合物バッファ層、酸化アルミニウム、酸化リチウムに代表される酸化物バッファ層等が挙げられる。

【0224】上記バッファ層はごく薄い膜であることが望ましく、素材にもよるが、その膜厚は $0.1\sim 100\text{nm}$ の範囲が好ましい。

【0225】さらに上記基本構成層の他に必要に応じてその他の機能を有する層を積層してもよく、例えば特開平11-204258号、同11-204359号、および「有機EL素子とその工業化最前線(1998年1月30日エヌ・ディー・エス社発行)」の第237頁等に記載されている正孔阻止(ホールブロック)層などのような機能層を有していても良い。

【0226】バッファ層は、陰極バッファ層または陽極バッファ層の少なくとも何れか1つの層内に本発明の化合物の少なくとも1種が存在して、発光層として機能してもよい。

【0227】次に有機EL素子の電極について説明する。有機EL素子の電極は、陰極と陽極からなる。

【0228】この有機EL素子における陽極としては、仕事関数の大きい(4eV 以上)金属、合金、電気伝導性化合物及びこれらの混合物を電極物質とするものが好ましく用いられる。このような電極物質の具体例としてはAuなどの金属、CuI、インジウムチンオキシド(ITO)、 SnO_2 、 ZnO などの導電性透明材料が挙げられる。

【0229】上記陽極は、蒸着やスパッタリングなどの方法により、これらの電極物質の薄膜を形成させ、フォトリソグラフィ法で所望の形状のパターンを形成してもよく、あるいはパターン精度をあまり必要としない場合は($100\mu\text{m}$ 以上程度)、上記電極物質の蒸着やスパッタリング時に所望の形状のマスクを介してパターンを形成してもよい。この陽極より発光を取り出す場合には、透過率を10%より大きくすることが望ましく、また、陽極としてのシート抵抗は数百 Ω/\square 以下が好ましい。さらに膜厚は材料にもよるが、通常 $10\text{nm}\sim 1\mu\text{m}$ 、好ましくは $10\text{nm}\sim 200\text{nm}$ の範囲で選ばれる。

【0230】一方、陰極としては、仕事関数の小さい(4eV 以下)金属(電子注入性金属と称する)、合金、電気伝導性化合物及びこれらの混合物を電極物質とするものが用いられる。このような電極物質の具体例としては、ナトリウム、ナトリウム-カリウム合金、マグネシウム、リチウム、マグネシウム/銅混合物、マグネシウム/銀混合物、マグネシウム/アルミニウム混合物、マグネシウム/インジウム混合物、アルミニウム/酸化アルミニウム(Al_2O_3)混合物、インジウム、リチウム/アルミニウム混合物、希土類金属などが挙げら

れる。これらの中で、電子注入性及び酸化などに対する耐久性の点から、電子注入性金属とこれより仕事関数の値が大きく安定な金属である第二金属との混合物、例えばマグネシウム／銀混合物、マグネシウム／アルミニウム混合物、マグネシウム／インジウム混合物、アルミニウム／酸化アルミニウム (Al_2O_3) 混合物、リチウム／アルミニウム混合物などが好適である。上記陰極は、これらの電極物質を蒸着やスパッタリングなどの方法により、薄膜を形成させることにより、作製することができる。また、陰極としてのシート抵抗は数百 Ω /□以下が好ましく、膜厚は通常10nm～1 μ m、好ましくは50～200nmの範囲で選ばれる。なお、発光を透過させるため、有機EL素子の陽極又は陰極のいずれか一方が、透明又は半透明であれば発光効率が向上するので好都合である。

【0231】次に有機EL素子の作製方法について説明する。薄膜化の方法としては、前記の如くスピンコート法、キャスト法、蒸着法などがあるが、均質な膜が得られやすく、かつピンホールが生成しにくいなどの点から、真空蒸着法が好ましい。薄膜化に、真空蒸着法を採用する場合、その蒸着条件は、使用する化合物の種類、分子堆積膜の目的とする結晶構造、会合構造などにより異なるが、一般にボート加熱温度50～450℃、真空度 10^{-6} ～ 10^{-3} Pa、蒸着速度0.01～50nm/秒、基板温度-50～300℃、膜厚5nm～5 μ mの範囲で適宜選ぶことが望ましい。

【0232】前記の様に、適当な基板上に、所望の電極用物質、例えば陽極用物質からなる薄膜を、1 μ m以下、好ましくは10～200nmの範囲の膜厚になるように、蒸着やスパッタリングなどの方法により形成させて陽極を作製した後、該陽極上に前記の通り正孔注入層、正孔輸送層、発光層、電子輸送層／電子注入層からなる各層薄膜を形成させた後、その上に陰極用物質からなる薄膜を1 μ m以下、好ましくは50～200nmの範囲の膜厚になるように、例えば蒸着やスパッタリングなどの方法により形成させ、陰極を設けることにより、所望の有機EL素子が得られる。この有機EL素子の作製は、一回の真空引きで一貫してこの様に正孔注入層から陰極まで作製するのが好ましいが、作製順序を逆にして、陰極、電子注入層、発光層、正孔注入層、陽極の順に作製することも可能である。このようにして得られた有機EL素子に、直流電圧を印加する場合には、陽極を+、陰極を-の極性として電圧5～40V程度を印加すると、発光が観測できる。また、逆の極性で電圧を印加しても電流は流れずに発光は全く生じない。さらに、交流電圧を印加する場合には、陽極が+、陰極が-の状態になったときのみ発光する。なお、印加する交流の波形は任意でよい。

【0233】

【実施例】以下、実施例を挙げて本発明を詳細に説明す

るが、本発明の態様はこれに限定されない。

【0234】実施例1

陽極としてガラス上にITOを150nm成膜した基板 (NHテクノグラス社製: NA-45) にパターンニングを行った後、このITO透明電極を設けた透明支持基板をi-プロピルアルコールで超音波洗浄し、乾燥窒素ガスで乾燥し、UVオゾン洗浄を5分間行った。この透明支持基板を、市販の真空蒸着装置の基板ホルダーに固定し、一方、5つのモリブデン製抵抗加熱ボートに、1-57、3-1、比較化合物1、BC、Alq3をそれぞれ入れ真空蒸着装置に取付けた。

【0235】次いで、真空槽を 4×10^{-4} Paまで減圧した後、1-57の入った前記加熱ボートに通電して加熱し、蒸着速度0.1～0.2nm/secで透明支持基板に膜厚50nmの厚さになるように蒸着し、正孔注入／輸送層を設けた。さらに、3-1の入った前記加熱ボートと比較化合物1の入ったボートをそれぞれ独立に通電して3-1と比較化合物1の蒸着速度が100:7になるように調節し膜厚30nmの厚さになるように蒸着し発光層を設けた。

【0236】ついで、BCの入った前記加熱ボートに通電して加熱し、蒸着速度0.1～0.2nm/secで厚さ10nmの電子輸送層を設けた。更に、Alq3の入った前記加熱ボートに通電して加熱し、蒸着速度0.1～0.2nm/secで膜厚40nmの電子注入層を設けた。

【0237】次に、真空槽を明け、電子輸送層の上にステンレス鋼製の長方形穴あきマスクを設置し、一方、モリブデン製抵抗加熱ボートにマグネシウム3gを入れ、タングステン製の蒸着用バスケットに銀を0.5g入れ、再び真空槽を 2×10^{-4} Paまで減圧した後、マグネシウム入りのボートに通電して蒸着速度1.5～2.0nm/secでマグネシウムを蒸着し、この際、同時に銀のバスケットを加熱し、蒸着速度0.1nm/secで銀を蒸着し、前記マグネシウムと銀との混合物から成る陰極(200nm)とすることにより比較用有機EL素子OLED1-1を作製した。図1に有機EL素子OLED1-1の構成を示す模式図を示した。

【0238】上記有機EL素子OLED1-1の比較化合物1を表1に記載の化合物に替えた以外は有機エレクトロルミネッセンス素子OLED1-1と同様にして、有機エレクトロルミネッセンス素子OLED1-2～14を作製した。

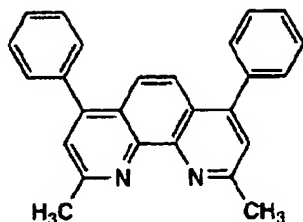
【0239】

【化108】

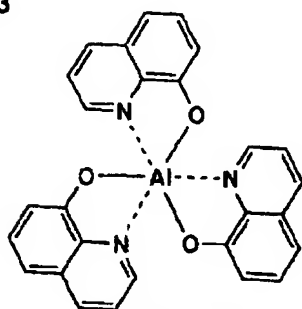
BC

【0240】

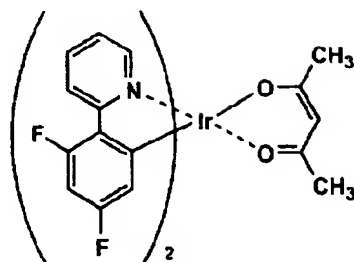
【化109】



Alq3



比較化合物1

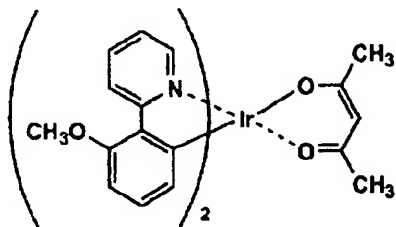


$$\theta = 0.8^\circ$$

$$\sigma_p \text{の総和: } 0.12$$

$$E_s: -0.46$$

比較化合物2



$$\theta = 8.1^\circ$$

$$\sigma_p \text{の総和: } -0.27$$

$$E_s: -0.55$$

【0241】これらの素子を温度23度、乾燥窒素ガス雰囲気下で10V直流電圧印加による連続点灯を行い、点灯開始時の発光輝度(L) [cd/m²]、外部取り出し量子効率(η)および輝度の半減する時間(τ)を測定した。また、点灯開始時の色度を測定し、CIE色度図上での色名を評価した。

【0242】発光輝度 [cd/m²] については、ミノルタ製CS-1000を用いて測定した。

【0243】尚、外部取り出し量子効率(%) = 有機EL素子外部に発光した光子数 / 有機EL素子に流した電

子数 × 100であり、外部取り出し量効率の測定法は、分光放射輝度計CS-1000により測定した発光スペクトルを各波長の光子のエネルギーから380~780nmの光子数を求め、さらにランバーシアン仮定に基づき発光面から発光した光子数を求めた。また、電流量から電子数は求めた。

【0244】発光輝度は有機エレクトロルミネッセンス素子OLED1-1を100とした時の相対値で表し、外部取り出し量子効率も有機エレクトロルミネッセンス素子OLED1-1を100とした時の相対値で表し、

輝度の半減する時間(半減寿命)は有機エレクトロルミネッセンス素子OLED1-1の輝度が半減する時間を100とした相対値でそれぞれ表した。色名についてはそれぞれの素子の色度図上での色相を表した。結果を表

3に示す。

【0245】

【表3】

		発光 輝度	量子 効率	半減 寿命	色名	θ	$\Sigma \delta p$	備 考
OLED1-1	比較化合物1	100	100	100	Bluish Green	0.8	0.12	比 較
OLED1-2	比較化合物2	105	110	50	Green	8.1	-0.27	比 較
OLED1-3	20	155	146	172	Blue Green	35.1	—	本発明
OLED1-4	4	140	138	155	Greenish Blue	26.3	0.54	本発明
OLED1-5	13	148	140	181	Blue Green	23.0	—	本発明
OLED1-6	12	150	141	162	Bluish Green	4.7	1.08	本発明
OLED1-7	41	175	153	188	Greenish Blue	15.1	0.41	本発明
OLED1-8	31	169	150	177	Greenish Blue	13.5	0.46	本発明
OLED1-9	16	138	131	128	Bluish Green	31.1	—	本発明
OLED1-10	43	188	164	203	Greenish Blue	14.5	—	本発明
OLED1-11	10	121	129	144	Bluish Green	18.4	—	本発明
OLED1-12	6	161	135	170	Bluish Green	38.3	—	本発明
OLED1-13	28	160	149	178	Blue Green	13.8	0.54	本発明
OLED1-14	27	154	158	169	Blue Green	15.1	—	本発明

【0246】本発明において望ましい発光色(色名)は次の序列である

(望ましい) Blue > Greenish Blue > Blue Green > Bluish Green > Green (望ましくない)

表1より、比較化合物1を用いた素子は発光輝度、量子効率、半減寿命ともかなり良好ではあるが、発光色がBluish Greenであることから、青色発光を目的とする本発明においては望ましいとは言えない。さらに比較化合物2を用いた素子では発光色がGreenとなってしまう本発明の趣旨から全くはずれてしまい、その他の性能も比較化合物1を用いた素子よりも悪い。比較化合物3を用いた素子では発光色がGreenish Blueであり、比較化合物1を用いた素子よりも好ましいが、発光輝度、量子効率および半減寿命が著しく低い。

【0247】これらに対し本発明の化合物を用いた有機EL素子は、何れの場合でも発光輝度、量子効率及び輝度の半減する時間が改善されているのが分かる。また発光色の点でも比較化合物1を用いた素子と同等またはそれ以上の好ましい色であることがわかった。

【0248】また、上記有機EL素子OLED1-1の比較化合物1を比較化合物3に替えた以外は有機エレクトロルミネッセンス素子OLED1-1と同様にして、有機エレクトロルミネッセンス素子OLED1-15を作製した。発光色はBluish Greenであった。さらに、比較化合物3を化合物120に替えた以外は有機エレクトロルミネッセンス素子OLED1-15と同様にして、有機エレクトロルミネッセンス素子OLED1-16を作製した。発光色はBlue Gree

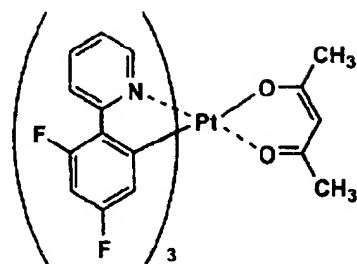
nであった。有機エレクトロルミネッセンス素子OLED1-15の発光輝度、外部取出し量子効率、半減寿命をそれぞれ100とした場合、有機エレクトロルミネッセンス素子OLED1-16の発光輝度、外部取出し量子効率、半減寿命はそれぞれ146、152、147となった。以上の結果から、プラチナを用いた場合でも発光輝度、量子効率及び輝度の半減する時間が改善されているのが分かる。また発光色の点でも比較化合物3を用いたよりもより青味が強く好ましい色であることがわかった。

【0249】同様に上記有機EL素子OLED1-1の比較化合物1を比較化合物4に替えた以外は有機エレクトロルミネッセンス素子OLED1-1と同様にして、有機エレクトロルミネッセンス素子OLED1-17を作製した。発光色はBluish Greenであった。さらに、比較化合物4を化合物145に替えた以外は有機エレクトロルミネッセンス素子OLED1-17と同様にして、有機エレクトロルミネッセンス素子OLED1-18を作製した。発光色はBlue Greenであった。有機エレクトロルミネッセンス素子OLED1-17の発光輝度、外部取出し量子効率、半減寿命をそれぞれ100とした場合、有機エレクトロルミネッセンス素子OLED1-18の発光輝度、外部取出し量子効率、半減寿命はそれぞれ143、144、136となった。以上の結果から、オスmiumを用いた場合でも発光輝度、量子効率及び輝度の半減する時間が改善されているのが分かる。また発光色の点でも比較化合物4を用いたよりも好ましい色であることがわかった。

【0250】

【化110】

比較化合物3

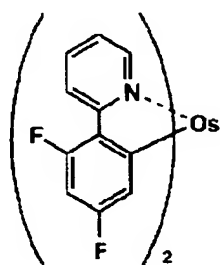


$$\theta = 3.7^\circ$$

$$\sigma_p \text{ の総和: } 0.12$$

$$E_s: -0.46$$

比較化合物4



$$\theta = 2.0^\circ$$

$$\sigma_p \text{ の総和: } 0.12$$

$$E_s: -0.46$$

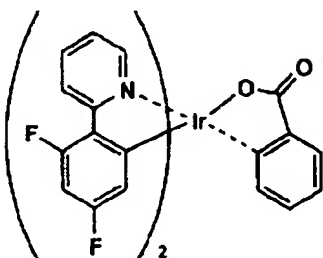
【0251】実施例2

実施例1で作製した有機エレクトロルミネッセンス素子OLED1-1.0の陰極をA1に置き換え、電子輸送層と陰極の間にフッ化リチウムを膜厚0.5nm蒸着して陰極バッファ層を設けた以外は同様にして有機エレクトロルミネッセンス素子OLED2-1を作製した。

【0252】実施例1と同様に点灯開始時の発光輝度(L) [cd/m²]、外部取り出し量子効率(η)および輝度の半減する時間(τ)を測定した。また、点灯開始時の色度を測定し、CIE色度図上での色名を評価したところ、有機エレクトロルミネッセンス素子OLED1-1との相対比較で、発光輝度211、量子効率174、輝度の半減する時間244となった。また、有機エレクトロルミネッセンス素子OLED1-3~9およびOLED1-11~14についても、同様に、陰極バッファ層を導入するとさらに効果的であった。

【0253】実施例3

比較化合物5



$$\theta = 2.4^\circ$$

$$\varepsilon \sigma_p \text{ の総和: } -0.52$$

$$E_s: -0.46$$

【0256】これらの素子を温度23度、乾燥窒素ガス

実施例1で使用したITO透明電極付き透明支持基板を、実施例1と同条件で洗浄後、実施例1と同じ要領で、図1に示したものと同様の構成で、但し、正孔注入/輸送層に化合物1-63を、発光層にホスト材料として化合物1-7、ドーパントとして比較化合物5を用いた他、電子輸送層にBCに代え化合物8-17を用いて、比較用有機EL素子OLED3-1を作製した。なお、発光層は、ホスト材料(1-7)とドーパント材料(比較化合物5)を質量比で100:7になるように共蒸着して形成した。

【0254】上記有機EL素子OLED3-1の比較化合物5を表4に記載の化合物に替えた以外は有機エレクトロルミネッセンス素子OLED3-1と同様にして、有機エレクトロルミネッセンス素子OLED3-2~6を作製した。

【0255】

【化111】

雰囲気下で10V直流電圧印加による連続点灯を行い、

点灯開始時の発光輝度(L) [cd/m^2]、外部取り出し量子効率(η)および輝度の半減する時間(τ)を測定した。また、点灯開始時の色度を測定し、CIE色度図上での色名を評価した。発光輝度は有機エレクトロルミネッセンス素子OLED3-1を100とした時の相対値で表し、外部取り出し量子効率は有機エレクトロルミネッセンス素子OLED3-1を100とした時の

相対値で表し、輝度の半減する時間は有機エレクトロルミネッセンス素子OLED3-1の輝度が半減する時間を100とした相対値で表した。色名についてはそれぞれの素子の色度図上での色相を表した。結果を表4に示す。

【0257】

【表4】

		発光 輝度	量子 効率	半減 寿命	色名	θ	$\Sigma \delta$	備 考
OLED3-1	比較化合物 5	100	100	100	Blue Green	2.4	—	比 較
OLED3-2	46	132	138	135	Greenish Blue	12.3	—	本発明
OLED3-3	53	129	134	142	Greenish Blue	13.0	—	本発明
OLED3-4	55	160	167	139	Greenish Blue	21.8	1.08	本発明
OLED3-5	66	149	155	184	Greenish Blue	12.3	—	本発明
OLED3-6	69	155	153	207	Blue	12.2	—	本発明

【0258】本発明において望ましい発光色(色名)は次の序列である

(望ましい) Blue > Greenish Blue > Blue Green > Bluish Green > Green (望ましくない)

表4より、本発明の化合物を用いた有機EL素子は、点灯開始時の発光輝度、発光効率及び輝度の半減する時間が改善されているのが分かる。特に、輝度の半減する時間が改善されているのが分かる。

【0259】

【発明の効果】燐光性化合物をドーパントとして用い、青から青緑領域の優れた色調を有する発光輝度の高い有

機エレクトロルミネッセンス素子を得ることが出来た。

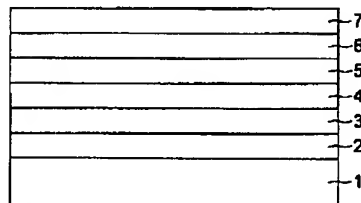
【図面の簡単な説明】

【図1】有機EL素子OLED1-1の構成を示す模式図。

【符号の説明】

- 1 透明支持基板
- 2 陽極
- 3 正孔注入/輸送層
- 4 発光層
- 5 電子輸送層
- 6 電子注入層
- 7 陰極

【図1】



フロントページの続き

(51)Int. Cl.⁷

C07F 15/00

識別記号

FI

C07F 15/00

ターム(参考)

F

(72)発明者 押山 智寛

東京都日野市さくら町1番地コニカ株式会社
社内

Fターム(参考) 3K007 AB02 AB04 DB03

4C055 AA01 BA02 BA08 CA01 DA01

FA01 GA02

4H050 AA03 AB91

JP 2003-109758

* NOTICES *

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[The technical field to which invention belongs] This invention relates to an organic electroluminescence (it is written also as organic electroluminescence below) element. If it says in detail, this invention relates to an organic electroluminescent element with the high luminescence brightness which has the color tone which was excellent in the bluish green field from blue.

[0002]

[Description of the Prior Art] There is an electroluminescence display (ELD) as an electronic display device of a luminescence mold. As a component of ELD, an inorganic electroluminescent element and an organic electroluminescent element are mentioned. Although the inorganic electroluminescent element has been used as the plane mold light source, in order to make a light emitting device drive, the high voltage of an alternating current is required. An organic electroluminescent element has the configuration which sandwiched the luminous layer containing the compound which emits light in cathode and an anode plate, and pours an electron and an electron hole into a luminous layer. It is the element which emits light using emission (fluorescence and phosphorescence) of the light at the time of making an exciton (exciton) generate and this exciton deactivating by carrying out recombination. severalV- dozens -- light can be emitted on about V voltage, further, since it is a self-luminescence mold, it is rich in an angle of visibility, and visibility is high, and since it is the perfect solid-state component of a thin film mold, it is observed from viewpoints, such as space-saving and portability.

[0003] However, in the organic EL device towards future utilization, development of the organic EL device which emits light in high brightness efficiently with a low power further is desired.

[0004] It is the feature for the full color-ized method of the organic EL device of this invention to use a firefly luminescence material as a host compound, and to use a phosphorescence compound as a dopant.

[0005] In patent No. 3093796, the fluorescent substance of a minute amount was doped to the stilbene derivative, the JISUCHIRIRU arylene derivative, or the tris styryl arylene derivative, and improvement in luminescence brightness and the reinforcement of an element are attained to it.

[0006] Moreover, the element (JP,3-255190,A) which has the organic luminous layer which doped Quinacridone system coloring matter to this is known by using as a host compound the element (JP,63-264692,A) and 8-hydroxy kino RINARU minium complex which have the organic luminous layer which doped the fluorescent substance of a minute amount to this, using a 8-hydroxy kino RINARU minium complex as a host compound.

[0007] As mentioned above, since the generation probability of a luminescent excitation kind being 25% since the generation ratio of a singlet exciton and a triplet exciton is 1:3, and the ejection effectiveness of light are about 20% when using luminescence from an excitation singlet, the limit of external ejection quantum efficiency (η_{ext}) is made into 5%. However, since the report (M. A. Baldo et al., nature, 395 volumes, 151 - 154 pages (1998)) of the organic EL device using phosphorescence luminescence from an excitation triplet was done by Princeton University, research of the material in which phosphorescence is shown at a room temperature is becoming active from it. For example, M.A. Baldo et

It is indicated by al., nature, 403 volumes, No. 17, 750 - 753 pages (2000), US JP,6097147,B, etc.

[0008] If an excitation triplet is used, since the maximum of internal quantum efficiency will become 100%, compared with the case where it is an excitation singlet, luminous efficiency becomes 4 times theoretically, the engine performance almost equivalent to a cold cathode tube is obtained, and it can apply to lighting, and is observed.

[0009] For example, S.Lamansky et In al., J.Am.Chem.Soc., 123 volumes, 4304 etc. pages (2001), etc., synthetic examination of many compounds is carried out the center [heavy-metal complexes such as an iridium complex system,].

[0010] Moreover, the above-mentioned M.A.Baldo et In al., nature, 403 volumes, No. 17, and 750 - 753 pages (2000), examination using tris (2-phenyl pyridine) iridium as a dopant is carried out.

[0011] In addition, M.E.Tompson and others is The. 10th International Workshop on Inorganic and Organic In Electroluminescence (EL'00, Hamamatsu) as a dopant -- L2Ir (acac) (acac), for example, (ppy), 2Ir, -- moreover, Moon-Jae Young and Tetsuo Tsutsui etc. Too, it is The. 10th International Workshop on Inorganic and Organic In Electroluminescence (EL'00, Hamamatsu) Examination using tris (2-(p-tolyl) pyridine) iridium (Ir3 (ptpy)), tris (benzo [h] quinoline) iridium (Ir3 (bzq)), and Ir(bzq)2CIP (Bu)3 grade as a dopant is performed.

[0012] Moreover, the above, S.Lamansky et Also in al., J.Am.Chem.Soc., 123 volumes, 4304 etc. pages (2001), etc., the attempt element-ized using various iridium complexes is carried out.

[0013] In addition, the amelioration using tris (2-phenyl pyridine) iridium is also reported to some reference.

[0014] Since these phosphorescence compounds, especially the complex centering on iridium are green, it is the compound which has phosphorescence to a bluish green field, but in order to realize full colorization, the element material in which luminescence is shown, respectively is required for red, green, and a blue three-primary-colors field. Although the phosphorescence compound excellent in the chromaticity with luminous efficiency high as a dopant is found out as a dopant about red and green Since green in the complex centering on said iridium, even if it is the compound which shows luminescence of a bluish green field and shows luminescence also in it to a short wave field past [a long wave] -- ***** -- it is, and when the system using these phosphorescence compounds as a dopant is made full color, the problem on color reproduction will be produced. The band gap was more large and the phosphorescence compound in which it is luminescence maximum wave length, for example, luminescence is shown in the field of short wave, such as 420-460nm, was required as a dopant.

[0015] Moreover, it is The in order to acquire high luminous efficiency. 10th International Workshop on Inorganic and In Organic Electroluminescence (EL '00, Hamamatsu), Ikai and others uses the compound of hole transportability as hosts of a phosphorescence compound. Moreover, as a host of a phosphorescence compound, M.E.Tompson and others dopes a new iridium complex to these, and uses various electronic transportability materials for them. Furthermore, Tsutsui and others has acquired high luminous efficiency by installation of a hole block layer.

[0016] Although the host compound when using a phosphorescence compound as a dopant needs to have luminescence maximum wave length to a field [short wave / length / of a phosphorescence compound / luminescence maximum wave] About the host compound of a phosphorescence compound, it is C.Adachi, for example. et Although indicated in detail by al., Appl.Phys.Lett., 77 volumes, 904 etc. pages (2000), etc. When the phosphorescence compound in which luminescence is shown in the aforementioned blue field is used as a dopant, a host compound with a nearby band gap larger than the host compound known conventionally is required. With the conventional host compound, there are problems, like since the band gap is narrow, the effectiveness of energy transfer is low, and luminescence reinforcement is weak, luminous efficiency is high and the fluorescence compound in which large short wave luminescence of a nearby band gap is shown as a host compound is needed.

[0017]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] Therefore, the purpose of this invention is offering the phosphorescence compound which has the luminescent color to the blue field used for organic electroluminescence, and is offering the organic electroluminescent element with high luminescence

brightness using this.

[0018]

[Means for Solving the Problem] The above-mentioned purpose of this invention is attained by the following means.

[0019] 1. Organic electroluminescent element characterized by being expressed with said general formula (1) and two face angles (namely, angle of torsion of two rings) of N-M-Y-Z containing metal complex which is less than 90 degrees in luminous layer 9 times or more.

[0020] 2. Organic electroluminescent element characterized by containing metal complex expressed with said general formula (2) in luminous layer.

[0021] 3. Organic electroluminescent element characterized by containing metal complex expressed with said general formula (3) in luminous layer.

[0022] 4. Organic electroluminescent element characterized by containing metal complex expressed with said general formula (4) in luminous layer.

[0023] 5. Organic electroluminescent element given in said 4 to which two face angles (namely, angle of torsion of two rings) of N-M-Y-Z are characterized by 9 times or more being less than 90 degrees in said general formula (4).

[0024] 6. Organic electroluminescent element characterized by containing metal complex expressed with said general formula (5) in luminous layer.

[0025] 7. Organic electroluminescent element characterized by containing metal complex expressed with said general formula (6) in luminous layer.

[0026] 8. Organic electroluminescent element characterized by containing metal complex expressed with said general formula (7) in luminous layer.

[0027] 9. Organic electroluminescent element characterized by containing metal complex expressed with said general formula (8) in luminous layer.

[0028] 10. An organic electroluminescent element characterized by containing a metal complex expressed with said general formula (9) in a luminous layer.

[0029] 11. An organic electroluminescent element given in said 8 characterized by an aromatic series radical expressed with Ar of said general formula (7) being an aromatic hydrocarbon ring machine by which Hammett's substituent constant σ value was replaced with two or less or more 0.02 electronic suction nature machine.

[0030] 12. An organic electroluminescent element given in said 8 to which a substituent which an aromatic series radical expressed with Ar of said general formula (7) is an aromatic hydrocarbon ring machine by which Hammett's substituent constant σ value was replaced with two or less or more 0.02 electronic suction nature machine, and is expressed with R82 is characterized by Hammett's number σ substitute conventions ρ value being two or less or more 0.02 electronic suction nature machine.

[0031] 13. An organic electroluminescent element given in said 10 to which at least one of the substituents expressed with R101-R106 of said general formula (9) is characterized by Hammett's number σ substitute conventions ρ value being two or less or more 0.02 electronic suction nature machine.

[0032] Below, this invention is explained at details. this invention person etc. is that a metal-complex compound expressed with aforementioned general formula (1) - (9) finds out that it is the phosphorescence compound in which it is luminescence maximum wave length and luminescence to a field of blue of short wave is shown conventionally, carries out the dopant of this, uses with a host fluorescence compound, and constitutes an organic luminous layer wholeheartedly as a result of examination, and found out that an organic electroluminescent element (EL element) which has the luminescent color excellent in a blue field was obtained.

[0033] That is, they are Blue and Greenish when the luminescent color is measured with measuring instruments, such as spectral radiance meter CS-1000 (Minolta make), when a metal complex compound of this invention is used as a dopant, and a coordinate is applied to a CIE chromaticity coordinate ("new edition color science handbook" drawing 4.16 [108-page] (the edited by Color Science

Association of Japan, University of Tokyo Press, 1985)). Blue (copper rust), Blue Green (bluish green) or Bluish It has the luminescent color to a field of Green.

[0034] Thereby, the luminescent color required for a full color display is obtained. As mentioned above, since heavy-metal complexes, such as an iridium complex system, such as having 2-phenyl pyridine derivative as a ligand from the former, are typical and green, it is known that luminescence concerning a field of a bluish green color is shown. In order to obtain blue luminescence [still short wave / as primary color], with however, a means which shows wholeheartedly below a phosphorescence compound which has still short wave luminescence as a result of examination Phosphorescence luminescence of these 2-phenyl pyridine derivatives or a heavy-metal complex which has a ligand of structure which two aryls or a hetero aryl ring coupled directly similarly short-wave-izes, and it is Blue-Bluish. It found out that light might be emitted in a field [short wave / former / which is called Green].

1) Enlarge angle of torsion (two face angles) of a ring plane of two aryls like 2-phenyl pyridine ligand, or a hetero aryl ring.

2) a direct coupling part of two rings -- mutual -- at least one like orthochromatic -- ** -- introduce a high radical and enlarge angle of torsion (two face angles) of two ring planes.

3) Furthermore, let a radical replaced by substituent on two aryls or hetero aryl rings, or substituent of this ring be the radical of electronic suction nature.

[0035] Wavelength of phosphorescence luminescence of a heavy-metal complex which a ligand which has two rings, such as said 2-phenyl pyridine, configurates by the above method was able to be shifted more to short wave to a blue field.

[0036] A heavy-metal complex used for this invention is expressed with general formula (1) - (9). First, a compound expressed with a general formula (1) is explained.

[0037] That is, in said general formula (1), it is required for a ring plane of a ring which A forms with X-M-N, and a ring which B forms with C-Y-Z to have joined together with angle of torsion mutually. That is, it is the material with which two face angles (namely, angle of torsion of two rings) of N-M-Y-Z in a general formula (1) show phosphorescence luminescence to a chromaticity field of mist or short wave blue from the above former for 9 times or more a metal complex it is [metal complex] less than 90 degrees, and when it uses as a dopant, it becomes the organic electroluminescent element which shows efficient luminescence to a blue field.

[0038] In said general formula (1), N expresses a nitrogen atom and C expresses a carbon atom. X A carbon atom, Express a nitrogen atom or an oxygen atom and M expresses a carbon atom or a nitrogen atom. Y expresses a carbon atom or a nitrogen atom, Z expresses a carbon atom or a nitrogen atom, A expresses an atomic group required to form heterocycle of 5 - 6 member with X-M-N, and B expresses an atomic group required to form a hydrocarbon ring or heterocycle of 5 - 6 member with C-Y-Z. Moreover, two rings may have a substituent independently, respectively and may form the condensed ring further by adjoining substituents. Me expresses iridium, platinum, or an osmium and W1 expresses an oxygen atom, a nitrogen atom, or a sulfur atom. n expresses 1, 2, 3, or 4, and m expresses [3-n] 2-n for 4-n or 2-n at the time of an osmium at the time of platinum, when Me is iridium. W2 expresses an oxygen atom, a nitrogen atom, or a sulfur atom, L1 expresses a nitrogen atom or a carbon atom, L2 expresses a nitrogen atom or an oxygen atom, and l expresses 1 or 2. In addition, single bond or a double bond is sufficient as W1, L1 and L1, L2 and L2, and association of L2 (when l is 2), L2, and W2.

[0039] Heterocycle of 5 which A forms with X-M-N - 6 members expresses hetero aryl rings, such as a pyridine, pyrazine, a pyrimidine, a quinoline, an isoquinoline, oxazole, a pyrazole, and benzo oxazole.

[0040] Moreover, an object mentioned as heterocycle of 5 which is the benzene ring, a naphthalene ring, etc. as a hydrocarbon ring as a hydrocarbon ring or heterocycle of 5 - 6 member too, and the aforementioned A forms with X-M-N as heterocycle - 6 members which B forms with C-Y-Z is contained. however, the ortho position of a location coupled directly with heterocycle of 5 which said A of this heterocycle forms with X-M-N - 6 members -- a carbon atom -- it is -- this carbon atom -- setting -- this -- heterocycle of 5 which B forms with C-Y-Z - 6 members is combined with a heavy-metal atom.

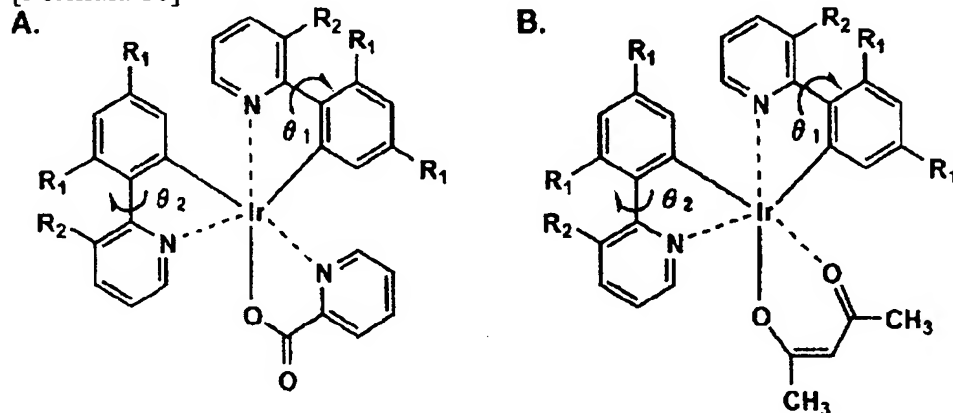
[0041] Especially as Me, iridium is desirable also in these. In this invention, it is two face angles of

angle-of-torsion theta of two rings of a general formula (1), i.e., N-M-Y-Z, and a value calculated by molecular mechanics count is said. Structure of a complex is drawn by molecule dynamic computation of Cerius2 of a molecular design support software made from U.S. Accelrys (a use module is OFF Minimizer), and, specifically, it asks by performing structural optimization. this time -- a charge of a complex -- Charge-Equilibration -- it calculates by law and the universal force field is used for a force place.

[0042] For example, if angle-of-torsion theta (dihedral angle) of two rings shows the complexes A and B of a phenyl pyridine and iridium in the case of the above-mentioned structure, as shown below, theta1 and theta2 will be pointed out.

[0043]

[Formula 10]



[0044] Although the same value cannot necessarily be found in theta1 and theta2 depending on the symmetric property of a complex when there are two or more dihedral angles like this example, let the average of theta1 and theta2 be the value of theta in that case.

[0045] In this invention, although theta is 9 times [less than 90] or more, 9 times [less than 45] or more are desirable.

[0046] For example, by choosing the iridium complex which has such a phenyl pyridine derivative as a ligand, angle of torsion theta1 and theta2 (namely, dihedral angle) arises between each ring plane of the phenyl ring combined with iridium, and the pyridine ring too configured on iridium in the 2nd place of a ring, and this extends a band gap and shifts the wavelength of phosphorescence luminescence to a short wave side.

[0047] About said two types which some phenyl pyridine derivatives configured of iridium complex (A, B), these angle of torsion theta1 and theta2 acquired by the above-mentioned molecule count is shown in a table 1.

[0048]

[A table 1]

	R ₁	R ₂	錯体 A		錯体 B	
			MM計算 (ユニバーサルフォースフィールド)		MM計算 (ユニバーサルフォースフィールド)	
			θ_1	θ_2	θ_1	θ_2
1	-H	H	1.0	1.1	0.8	0.8
2	-F	H	1.6	3.1	0.8	0.8
3	-CF ₃	H	19.1	24.4	13.0	13.0
4	-CF ₃	H	13.0	13.0	9.2	9.2
5	-Ph	H	12.4	15.8	11.2	12.1
6	-H	-CH ₃	7.7	12.6	12.6	12.6
7	-F	-CH ₃	21.7	27.1	25.1	25.1
8	-CF ₃	-CH ₃	35.5	41.6	34.7	35.9
9	-CF ₃	-CH ₃	33.9	34.2	35.1	35.1
10	-Ph	-CH ₃	31.1	31.5	32.1	32.6

[0049] if the case of the above-mentioned phenyl pyridine derivative is taken for an example in order to obtain the beer reel derivative which has such angle of torsion -- in view of the mutual joint location of a phenyl ring and a pyridine ring -- the ortho position -- ** -- it is good to introduce a high steric hindrance **** substituent.

[0050] Therefore, if this invention is seen in another view, it is necessary to choose it as the appearance [as / in said general formula (2)] whose total of the solid parameter Es of substituents R1 and R2 is -0.6 or less. Since each ring plane of a phenyl ring and a pyridine ring in the above of a beer reel ring is steric hindrance by choosing such a substituent, torsion will be produced, and torsion (dihedral angle) will arise between each ring plane.

[0051] such [the compound expressed with said general formula (2)] ** -- it is the feature to have the high radical in at least one like orthochromatic to the location which each of two aryl rings of a beer reel ligand combined. In a general formula (2), N expresses a nitrogen atom and C expresses a carbon atom. X A carbon atom, Express a nitrogen atom, an oxygen atom, or a sulfur atom, and M (however, when X is an oxygen atom and a sulfur atom, R1 does not exist) expresses a carbon atom or a nitrogen atom. Y expresses a carbon atom or a nitrogen atom, Z expresses a carbon atom or a nitrogen atom, A expresses an atomic group required to form the heterocycle of 5 - 6 member with X-M-N, and B expresses an atomic group required to form the hydrocarbon ring or heterocycle of 5 - 6 member with C-Y-Z, and comes out. Me expresses iridium, platinum, or an osmium. n expresses 1, 2, 3, or 4, and m expresses [3-n] 2-n for 4-n or 2-n at the time of an osmium at the time of platinum, when Me is iridium. W1 expresses an oxygen atom, a nitrogen atom, or a sulfur atom, W2 expresses an oxygen atom, a nitrogen atom, or a sulfur atom, L1 expresses a nitrogen atom or a carbon atom, L2 expresses a nitrogen atom or an oxygen atom, and l expresses 1 or 2. In addition, single bond or a double bond is sufficient as W1, L1 and L1, L2 and L2, and association of L2 (when l is 2), L2, and W2. In here, although R1 and R2 express a substituent or a hydrogen atom, at least one side of R1 and R2 expresses a substituent, and it is chosen so that total of the solid parameter Es value of R1 and R2 may become -0.6 or less. By that cause, between two ring planes, torsion will be produced and angle-of-torsion theta will be produced. [0052] so that Es value is the solid parameter guided from chemical reactivity here and this value is small -- three-dimensional -- ** -- it can be called a high substituent.

[0053] Hereafter, Es value is explained. Generally, in the hydrolysis reaction of the ester under acid conditions, it is known that the effect which a substituent does to advance of a reaction may consider it only steric hindrance, and it is Es value which evaluated the steric hindrance of a substituent using this thing.

[0054] Es value of Substituent X is expressed with following reaction formula $X-CH_2 COORX + H_2 O \rightarrow X-CH_2 COOH + RXOH$. The velocity constant kX at the time of hydrolyzing the alpha position mono-

substitute acetic ester guided from the alpha position mono-substitute acetic acid which replaced one hydrogen atom of the methyl group of an acetic acid by Substituent X under acid conditions, It asks by the following formula from the velocity constant k_H at the time of hydrolyzing the acetic ester corresponding to the above-mentioned alpha position mono-substitute acetic ester under acid conditions expressed with following reaction formula $\text{CH}_3 \text{COORY} + \text{H}_2 \text{O} \rightarrow \text{CH}_3 \text{COOH} + \text{RYOH}$ (RX is the same as RY).

[0055] $E_s = \log(k_X/k_H)$

Since a reaction rate falls according to the steric hindrance of Substituent X and it becomes $k_X < k_H$ as a result, E_s value usually serves as negative.

[0056] In actually calculating E_s value, it asks for the two above-mentioned velocity constants k_X and k_H , and computes by the above-mentioned formula.

[0057] The concrete example of E_s value is indicated in detail by Unger, S.H., Hansch, C., Prog.Phys.Org.Chem., and 12 and 91 (1976). Moreover, "structure-activity relationship of a drug" (the chemical field special number No. 122, Nankodo), and "American Chemical Society Professional Reference Book, 'Exploring QSAR' p.81 Table 3-3" have the publication of the concrete numeric value. Next, the part is shown in a table 2.

[0058] Here, E_s value which that it is careful defines by this specification deducts 1.24 from E_s value which did not define it of a methyl group as 0, but set the hydrogen atom to 0, and set the methyl group to 0.

[0059] In this invention, E_s value is -0.6 or less. Preferably, it is -0.6 or less [-7.0 or more]. It is -1.0 or less [-7.0 or more] most preferably.

[0060]

[A table 2]

置換基	E_s 値
水素原子	0
メチル基	-1.24
エチル基	-1.31
イソプロピル基	-1.71
tert-ブチル基	-2.78
フェニル基	-1.01
メトキシ基	-0.55
アミノ基	-0.61
水酸基	-0.55
塩素原子	-0.97
臭素原子	-1.16
トリフルオロメチル基	-2.4
トリクロルメチル基	-3.3
メルカプト基	-1.07
シアノ基	-0.51

[0061] Therefore, also when another ring forms the condensed ring further, the same effect can be acquired in the adjoining location of the location which the ring which A as shown by the general formula (3) forms by N-M-X combines. For example, the examples 13, 14, and 16 of a compound are given as these examples.

[0062] Moreover, phosphorescence luminescence wavelength of these iridium complexes can be short-wave-ized by replacing two rings of a beer reel ligand like the above, for example, a phenyl pyridine, by the radical of electronic suction nature. Although it is expressed with said general formula (4) when a general formula shows this, in a general formula (4), as for the grand total of the electronic suction nature machine replaced by each of two rings, and mhop value of EWG1 and EWG2, 0.15 or more and 2

or less are chosen.

[0063] In this invention mhop value of a substituent as an example of representation of zero or more electronic suction nature machines A cyano group, a nitro group, a halogen atom (a fluorine atom, a chlorine atom, bromine atom), A formyl group, a pentafluorophenyl radical, a carbamoyl group (For example, each radical, such as carbamoyl, morpholino carbamoyl, and N-methyl carbamoyl), A trifluoromethyl radical, a TORIKURORO methyl group, an alkoxy carbonyl group (For example, each radical, such as methoxycarbonyl and ethoxycarbonyl), a sulfamoyl group (For example, each radical, such as sulfamoyl, morpholinosulfonyl, N, and N-dimethyl sulfamoyl), An acyl group (for example, each radical, such as acetyl and benzoyl), a sulfonyl group (for example, each radical, such as a methane sulfonyl, an ethane sulfonyl, benzenesulphonyl, and tosyl), etc. are mentioned.

[0064] By Hammett etc., mhop value is the substituent constant called for from the electronic effect of a substituent exerted on hydrolysis of a benzoate, and is indicated in detail by the structure-activity relationship (Nankodo: 1979) of 23 journal OBU organic chemistry, 420-427 (1958), 14 experimental science lectures (Maruzen publishing company), physical organic chemistry (McGrawHill Book: 1940), a DORAKKU design VII volume (Academic Press New York:1976), and a drug etc.

[0065] Furthermore, two face angles of N-M-Y-Z are 9 times [less than 90] or more in the complex by which the metal complex of desirable this invention is expressed with a general formula (4). that is, the ligand of the beer reel mold which forms a metal complex replaces by at least one substituent -- having - - **** -- and total of mhop value of this substituent -- two or less [0.15 or more] -- it is -- in addition -- and in a general formula (4), two face angles of N-M-Y-Z are 9 times [less than 90] or more.

Furthermore, in a general formula (4), two face angles of N-M-Y-Z are 9 times or more the things of less than 45 degrees preferably, and it is desirable, when there is an effect of the duplex that each ring plane which has an electronic suction nature machine by this, and constitutes a beer reel has distorted structure and phosphorescence luminescence is short-wave-size.

[0066] One side is a phenyl group between two rings which constitute a beer reel ligand, and the metal complex expressed with a general formula (5) shows the more desirable structure of a general formula (2). That is, in a general formula (5), it has the substituent R61 at least in contiguity of the location which other aryl (hetero) rings in this phenyl group combine, and, as for this substituent, it is desirable that said solid parameter Es value is -0.6 or less.

[0067] Furthermore, the desirable metal complex used for this invention is expressed with a general formula (6). A general formula (6) has 2-phenyl pyridine as a ligand. Although the substituent on this phenyl pyridine ligand, especially R71 and R75 express hydrogen or a substituent, either [at least] R71 or R75 are a substituent, and total of each solid parameter of R71 and R75 is -0.6 or less. both R71, and R both [either or] -- Es value -- torsion is produced at each ring planes of phenyl and a pyridine frame by introducing a small radical.

[0068] A general formula (7) is explained. a general formula (7) -- setting -- about association with the pyridyl radical of a phenyl group -- receiving -- the ortho position -- ** -- the aryl group is replaced as a high radical. For example, when a phenyl group is taken for an example, it is -1.01 in said Es value, and a solid parameter is a book small.

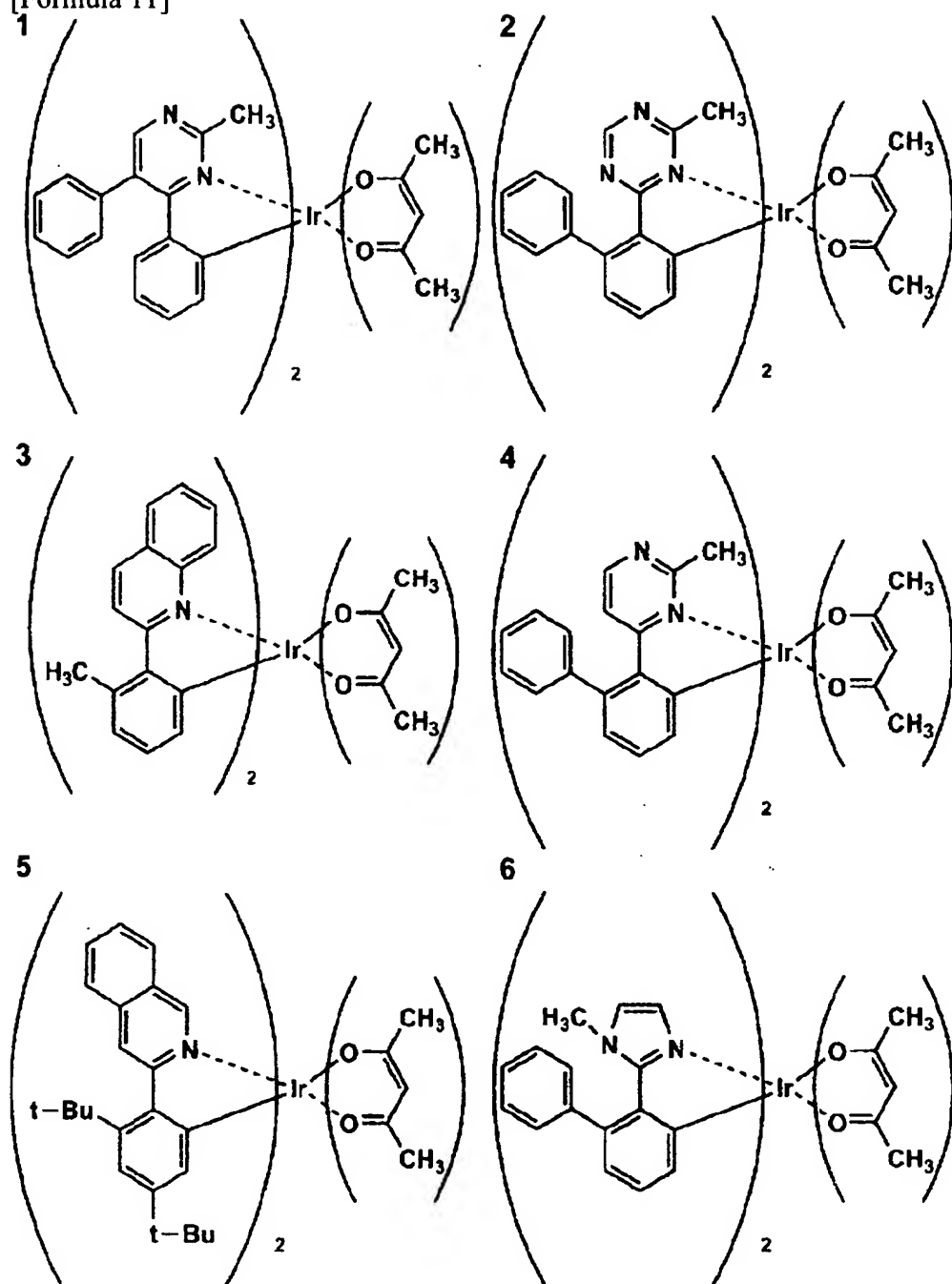
[0069] the case where one side is a phenyl ring at this appearance although a general formula (8) is the metal complex which the beer reel ligand one ring structure of whose is a phenyl group configured -- selection of a substituent -- comparatively -- free -- for example, the phenyl substituent of R91-R94 -- total of mhop value of each substituent -- 2.0 or less [0.15 or more] -- as -- the point which can be chosen -- it is desirable.

[0070] It is the feature that the general formula (9) forms the condensed ring with which the phenyl portion of 2-phenyl pyridine includes at least contiguity of the part which a pyridyl radical combines. Since formation of the condensed ring also bars in three dimensions taking the structure where two rings serve as the same plane, it brings about the same effect and is desirable also in the above-mentioned general formula (3), (5), and (7).

[0071] Although the example of a metal complex expressed with said general formula (1) - (9) concerning this invention below is shown, they are not these things limited to seeing.

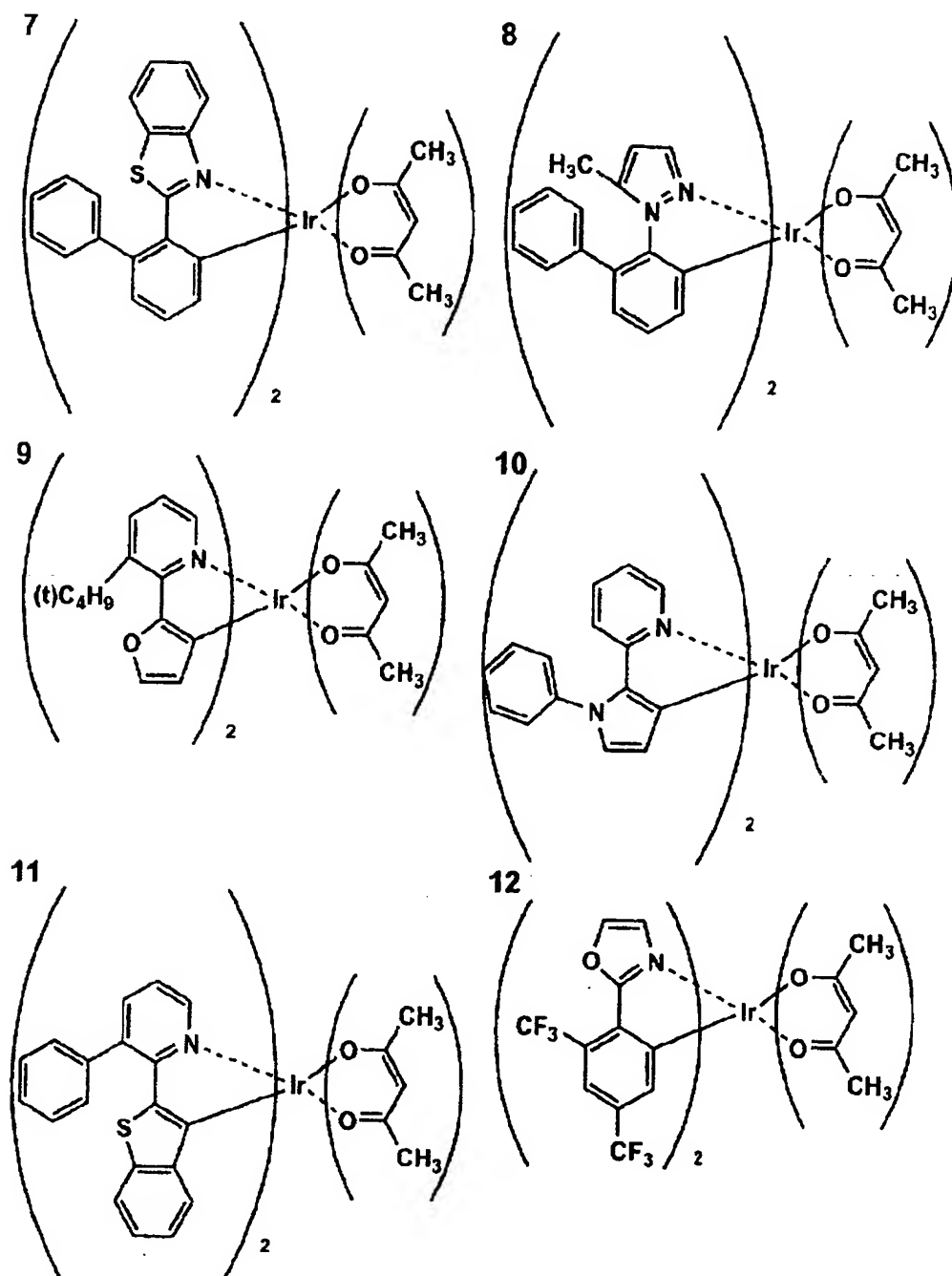
[0072]

[Formula 11]



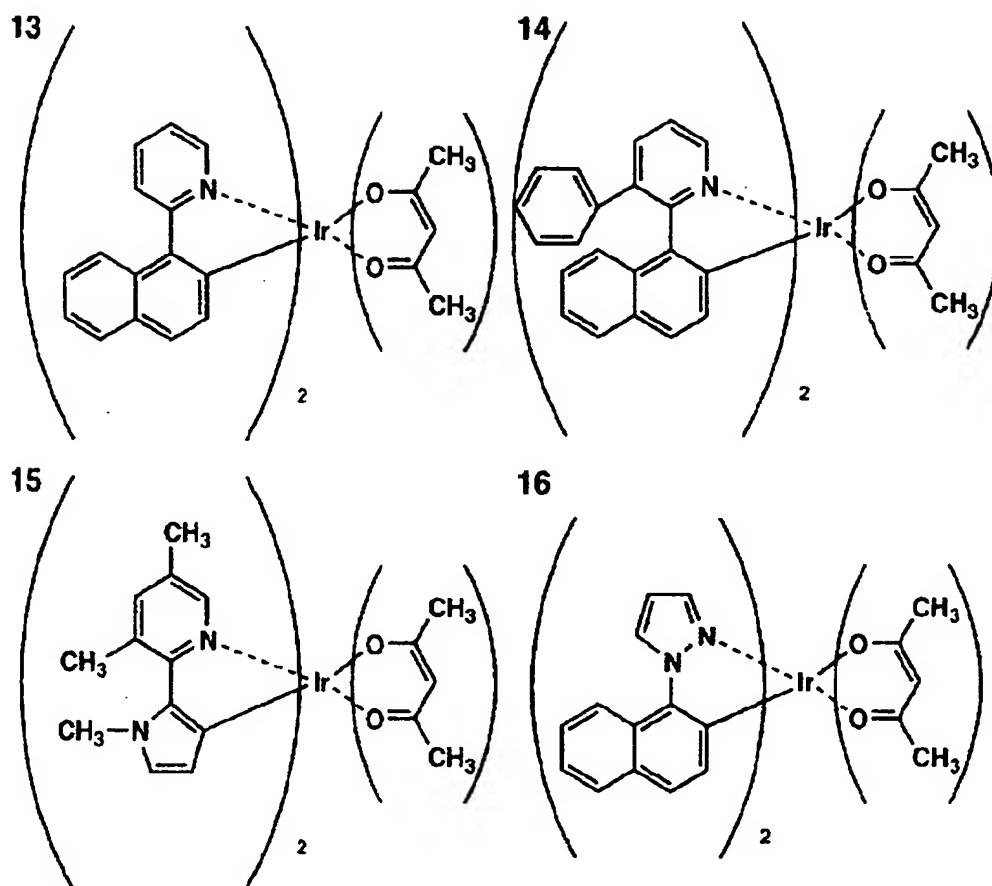
[0073]

[Formula 12]



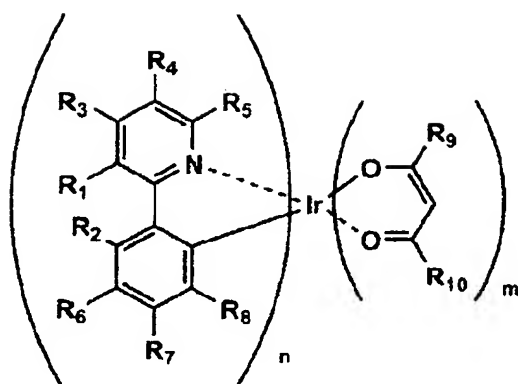
[0074]

[Formula 13]



[0075]

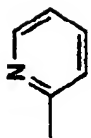
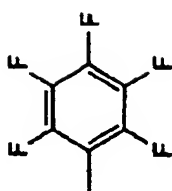
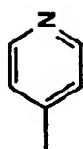

[Formula 14]



	n	m	R ₁	R ₂	R ₃	R ₄	R ₅	R ₆	R ₇	R ₈	R ₉	R ₁₀
17	2	1	CH ₃	H							CH ₃	CH ₃
18	2	1	H	CH ₃							CH ₃	CH ₃
19	2	1	H	C ₂ H ₅							CH ₃	CH ₃
20	2	1	CH ₃	CH ₃							CH ₃	CH ₃
21	3	0	CH ₃	CH ₃							t-Bu	t-Bu
22	2	1	CH ₃	CH ₃							CF ₃	CF ₃
23	2	1	H	t-Bu					t-Bu		CH ₃	CH ₃
24	2	1	H	CH ₃					CH ₃		CH ₃	CH ₃
25	3	0	H	CH ₃					CH ₃		CH ₃	CH ₃
26	2	1	Ph	H							CH ₃	CH ₃
27	2	1	H	Ph							CH ₃	CH ₃

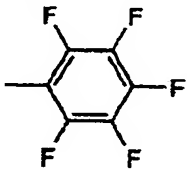
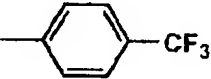
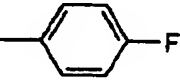
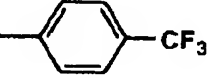
[0076]

[Formula 15]

	n	m	R ₁	R ₂	R ₃	R ₄	R ₅	R ₆	R ₇	R ₈	R ₉	R ₁₀
28	2	1	CF ₃	H							CH ₃	CH ₃
29	2	1	H	CF ₃					CF ₃		CH ₃	CH ₃
30	2	1	H	(CH ₃) ₃ Si							CH ₃	CH ₃
31	2	1	H	Cl					Cl		Ph	Ph
32	2	1	H	Br					Br		t-Bu	t-Bu
33	2	1	Ph	H	Ph	Ph					CH ₃	CH ₃
34	2	1	H								CH ₃	CH ₃
35	2	1	H				CCl ₃	CCl ₃			CH ₃	CH ₃
36	2	1	H								CH ₃	CH ₃
37	2	1	H	F				F	F	F	CH ₃	CH ₃
38	2	1	H	CH ₃	CN						CH ₃	CH ₃
39	2	1	H								CH ₃	CH ₃
40	2	1	H								CH ₃	CH ₃

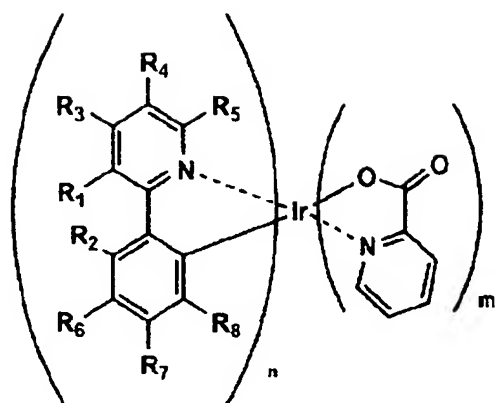
[0077]

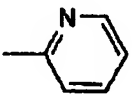
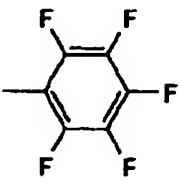
[Formula 16]

	n	m	R ₁	R ₂	R ₃	R ₄	R ₅	R ₆	R ₇	R ₈	R ₉	R ₁₀
41	2	1	H								CH ₃	CH ₃
42	3	0	H								Ph	Ph
43	2	1	H						F		CH ₃	CH ₃
44	2	1	H						CF ₃		CH ₃	CH ₃

[0078]

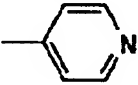
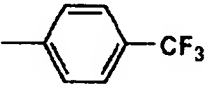
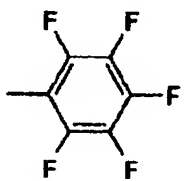
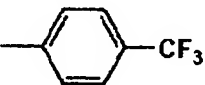
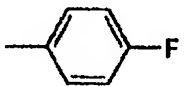
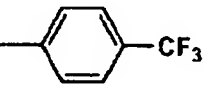
[Formula 17]



	n	m	R ₁	R ₂	R ₃	R ₄	R ₅	R ₆	R ₇	R ₈
45	2	1	CH ₃	H						
46	2	1	H	CH ₃						
47	2	1	H	C ₂ H ₅						
48	2	1	CH ₃	CH ₃						
49	2	1	H	t-Bu					t-Bu	
50	2	1	H	CH ₃					CH ₃	
51	3	0	H	CH ₃					CH ₃	
52	2	1	Ph	H						
53	2	1	H	Ph						
54	2	1	CF ₃	H						
55	2	1	H	CF ₃					CF ₃	
56	2	1	H	(CH ₃) ₃ Si						
57	2	1	H	Cl					Cl	
58	2	1	H	Br					Br	
59	2	1	Ph	H	Ph	Ph				
60	2	1	H							
61	2	1	H		CCl ₃	CCl ₃				
62	2	1	H							

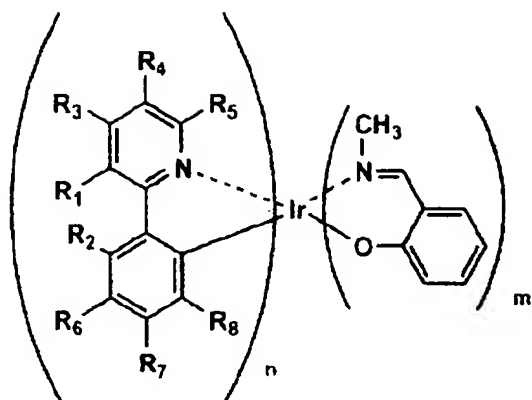
[0079]

[Formula 18]

	n	m	R ₁	R ₂	R ₃	R ₄	R ₅	R ₆	R ₇	R ₈
63	2	1	H	F				F	F	F
64	2	1	H	CH ₃	CN					
65	2	1	H							
66	2	1	H							
67	2	1	H							
68	3	0	H							
69	2	1	H						F	
70	2	1	H						CF ₃	

[0080]

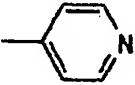
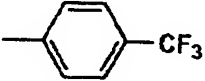
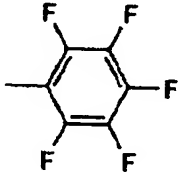
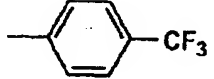
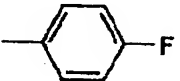
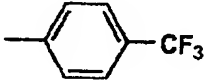
[Formula 19]



	n	m	R ₁	R ₂	R ₃	R ₄	R ₅	R ₆	R ₇	R ₈
71	2	1	CH ₃	H						
72	2	1	H	CH ₃						
73	2	1	H	C ₂ H ₅						
74	2	1	CH ₃	CH ₃						
75	3	0	CH ₃	CH ₃						
76	2	1	H	t-Bu					t-Bu	
77	2	1	H	CH ₃					CH ₃	
78	3	0	H	CH ₃					CH ₃	
79	2	1	Ph	H						
80	2	1	H	Ph						
81	2	1	CF ₃	H						
82	2	1	H	CF ₃					CF ₃	
83	2	1	H	(CH ₃) ₃ Si						
84	2	1	H	Cl					Cl	
85	2	1	H	Br					Br	
86	2	1	Ph	H	Ph	Ph				
87	2	1	H							
88	2	1	H		CCl ₃	CCl ₃				
89	2	1	H							

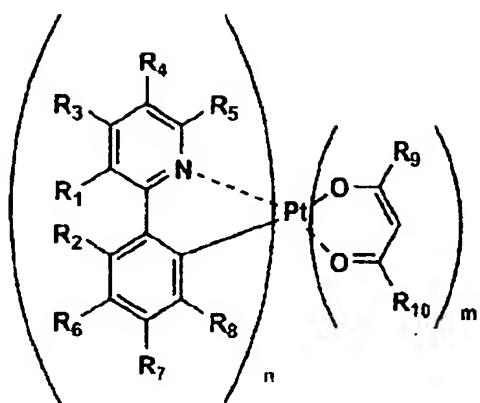
[0081]

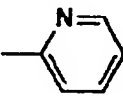
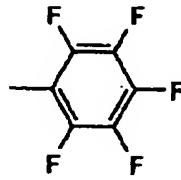
[Formula 20]

	n	m	R ₁	R ₂	R ₃	R ₄	R ₅	R ₆	R ₇	R ₈
90	2	1	H	F				F	F	F
91	2	1	H	CH ₃	CN					
92	2	1	H							
93	2	1	H							
94	2	1	H							
95	3	0	H							
96	2	1	H						F	
97	2	1	H						CF ₃	

[0082]

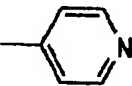
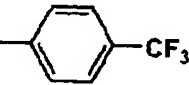
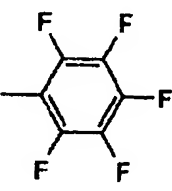
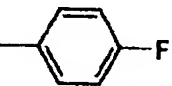
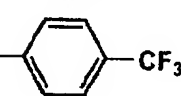
[Formula 21]



	n	m	R ₁	R ₂	R ₃	R ₄	R ₅	R ₆	R ₇	R ₈	R ₉	R ₁₀
98	3	1	CH ₃	H							CH ₃	CH ₃
99	3	1	H	CH ₃							CH ₃	CH ₃
100	3	1	H	C ₂ H ₅							CH ₃	CH ₃
101	3	1	CH ₃	CH ₃							CH ₃	CH ₃
102	3	1	H	t-Bu					t-Bu		CH ₃	CH ₃
103	3	1	H	CH ₃					CH ₃		CH ₃	CH ₃
104	3	1	Ph	H							CH ₃	CH ₃
105	3	1	H	Ph							CH ₃	CH ₃
106	3	1	CF ₃	H							CH ₃	CH ₃
107	3	1	H	CF ₃							CH ₃	CH ₃
108	3	1	H	(CH ₃) ₃ Si							CH ₃	CH ₃
109	3	1	H	Cl					Cl		CH ₃	CH ₃
110	3	1	H	Br					Br		CH ₃	CH ₃
111	3	1	Ph	H	Ph	Ph					CH ₃	CH ₃
112	3	1	H								CH ₃	CH ₃
113	3	1	H		CCl ₃	CCl ₃					CH ₃	CH ₃
114	3	1	H								CH ₃	CH ₃
115	3	1	H	F				F	F	F	CH ₃	CH ₃

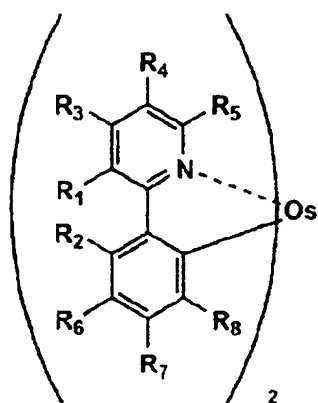
[0083]

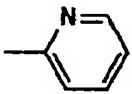
[Formula 22]

	n	m	R ₁	R ₂	R ₃	R ₄	R ₅	R ₆	R ₇	R ₈	R ₉	R ₁₀
116	3	1	H	CH ₃	CN							
117	3	1	H								CH ₃	CH ₃
118	3	1	H								CH ₃	CH ₃
119	3	1	H								CH ₃	CH ₃
120	3	1	H						F		CH ₃	CH ₃
121	3	1	H						CF ₃		CH ₃	CH ₃

[0084]

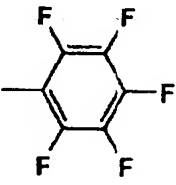
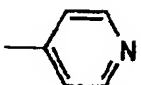

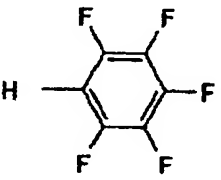
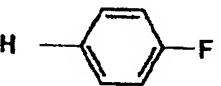
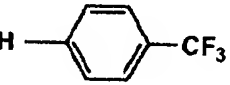
[Formula 23]



	R ₁	R ₂	R ₃	R ₄	R ₅	R ₆	R ₇	R ₈
122	CH ₃	H						
123	H	CH ₃						
124	H	C ₂ H ₅						
125	CH ₃	CH ₃						
126	H	t-Bu					t-Bu	
127	H	CH ₃					CH ₃	
128	Ph	H						
129	H	Ph						
130	CF ₃	H						
131	H	CF ₃						
132	H	(CH ₃) ₃ Si						
133	H	Cl					Cl	
134	H	Br					Br	
135	Ph	H	Ph	Ph				
136	H							

[0085]

[Formula 24]

	R ₁	R ₂	R ₃	R ₄	R ₅	R ₆	R ₇	R ₈
137	H				CCl ₃	CCl ₃		
138	H							
139	H	F				F	F	F
140	H	CH ₃	CN					
141	H							
142	H							
143	H							
144	H						F	
145	H						CF ₃	

[0086] Although the example of typical composition of the metal complex compound concerning these inventions is shown below, it is not limited to these.

[0087] A synthetic example (compound 27)

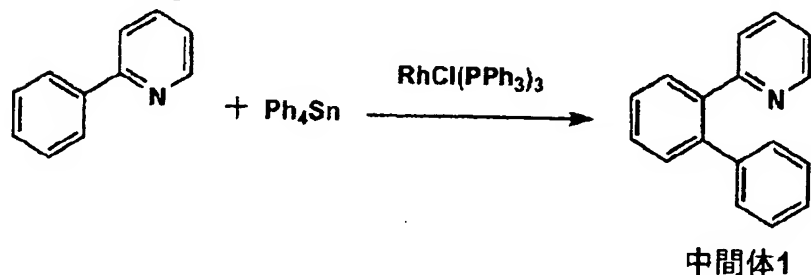
Intermediate field 1 were compounded according to the formula of Chem. Commun., 1998, and a publication of 2439.

[0088] Furthermore, using intermediate field 1, it referred to the formula of an iridium complex given in J. Am. Chem. Soc., and 2001, 123 and 4304, and the compound 27 was compounded. The yield from intermediate field 1 was 45%. In addition, the compound was identified by ¹H-NMR and elemental analysis.

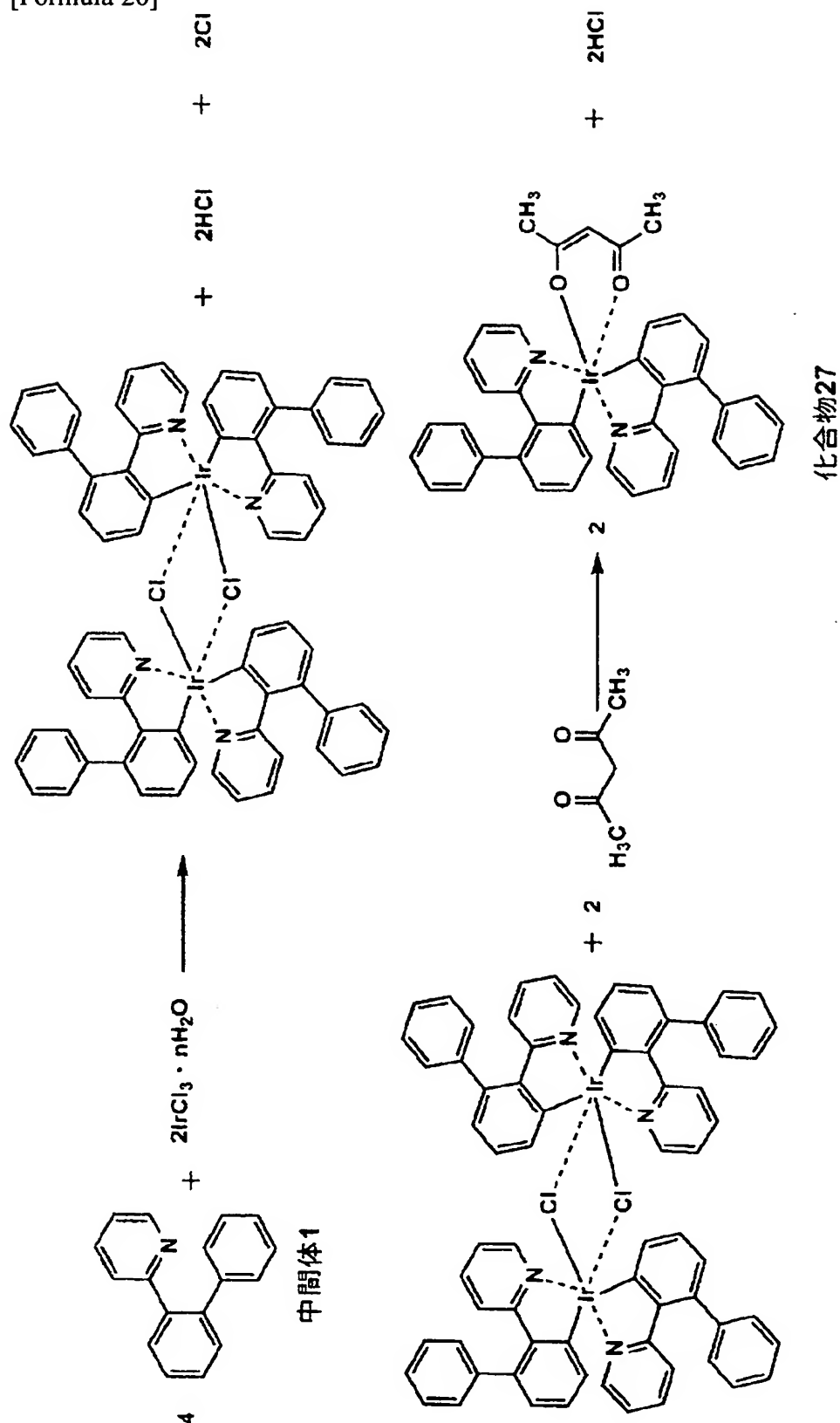
[0089]

Anal. Found C, 62.45; H, 4.08; N, 3.91 Calcd C, 62.30; H, 4.16; N, 3.73 [0090]

[Formula 25]



[0091]
[Formula 26]



[0092] A synthetic example (compound 13)

J. According to the formula given in Heterocycl.Chem., and 1992, 29 and 1673, 2-(1-naphthyl) pyridine was compounded and the compound 13 was compounded using the still more nearly same formula as the above-mentioned compound 27. The yield from 2-(1-naphthyl) pyridine was 58%. In addition, the compound was identified by $^1\text{H-NMR}$ and elemental analysis.

[0093]

Anal. Found C, 60.12;H, 3.99;N, 3.87 Calcd C, 60.07;H, 3.89;N, and 4.00 -- these -- For example, 440nm of fluorescence compounds which have fluorescence maximum wave length is used for the range of 390nm - 410nm as a host compound still more preferably from 350nm. The organic EL device which carries out electroluminescence to a green field by using the iridium metal complex which had phosphorescence in the field of said blue concerning this invention - purple-blue can be obtained.

[0094] In this invention, a fluorescence compound is a compound with which luminescence from the excitation singlet which is in the condition of anti-parallel [two electron spins] is observed by optical pumping, and a phosphorescence compound is a compound with which luminescence from the excitation triplet whose two electron spins are in an parallel condition is observed by optical pumping. Here, with the phosphorescence compound of a publication, to form an excitation triplet state in a room temperature (15-30 degrees C) of the energy transfer from the excitation singlet state or excitation triplet state of said fluorescence compound is considered by this invention.

[0095] In this invention, the fluorescence maximum wave length of a fluorescence compound is the maximal value when measuring the fluorescence spectrum of the vacuum evaporation film when vapor-depositing 100nm of fluorescence compounds on a glass substrate.

[0096] Therefore, in the organic electroluminescent element of this invention, the luminescent color of the blue - bluish green field which was excellent as primary color of the blue at the time of indicating by full color if the aforementioned metal complex compound is used as a phosphorescence compound although a luminous layer contains both a fluorescence compound and a phosphorescence compound preferably was accepted.

[0097] this invention -- setting -- a dopant -- ***** -- incorporating -- said -- phosphorescence -- a compound -- phosphorescence -- luminescence -- a maximum wave -- merit -- a host -- fluorescence -- a compound -- fluorescence -- a maximum wave -- merit -- comparing -- more -- a long wave -- it is -- thereby -- a dopant -- ***** -- having incorporated -- phosphorescence -- a compound -- excitation -- a triplet -- depending -- luminescence -- having used -- organic -- electroluminescence -- (-- EL --) -- an element -- it can obtain . Therefore, the luminescence maximum wave length obtained by electroluminescence in the condition of having constituted the element is a long wave from the independent fluorescence maximum wave length (maximal value when measuring a fluorescence spectrum by the vacuum evaporation film when vapor-depositing 100nm of fluorescence compounds on glass) of the fluorescence compound used as this host.

[0098] The phosphorescence quantum yield in a solution of the phosphorescence compound of this invention is 0.001 or more in 25 degrees C. Preferably, it is 0.01 or more. It is 0.1 or more still more preferably.

[0099] Below, the measurement means of quantum yield ϕ_{triplet} of an excitation triplet state and its theory are described.

[0100] To a ground state, excitation energy is lost in a rate constant, and k_{sn} and k_{f} by non-radiated transition and fluorescence emission from an excitation singlet state, respectively. In addition, the transition to an excitation triplet state occurs and deactivates in a rate constant and k_{isc} . Here, the life of an excitation singlet state and τ_{S} are defined by the degree type.

[0101] $\tau_{\text{S}} = (k_{\text{sn}} + k_{\text{f}} + k_{\text{isc}})^{-1}$ -- the quantum yield of fluorescence and ϕ_{f} are defined by the degree type again.

[0102] ϕ_{triplet} = To a ground state, it deactivates in a rate constant, and k_{tn} and k_{p} by non-radiated transition and phosphorescence emission from a $k_{\text{f}}\tau_{\text{S}}$ excitation triplet state, respectively. Moreover, the life of an excitation triplet state and τ_{t} are defined by the degree type.

[0103] $\tau_{\text{t}} = (k_{\text{tn}} + k_{\text{p}})^{-1}$ τ_{t} is 10^{-6} - 10^3 seconds, and a long thing may amount to several seconds. And the quantum yield of phosphorescence and ϕ_{triplet} are defined as follows using the quantum yield of

generation of an excitation triplet state, and ϕ ST.

[0104] ϕ p= ϕ ST, k_p , and the taut above-mentioned parameter can be measured by the method of a 398 pages (1992 editions, Maruzen) publication of the spectrum II of the 4th edition experimental science lecture 7. Among the above-mentioned parameter, although the phosphorescence quantum yield in the inside of the solution of a phosphorescence compound can be measured using various solvents, it measures in this invention, using a tetrahydrofuran as a solvent.

[0105] The phosphorescence luminescence wavelength of said compound concerning this invention is short wave compared with the luminescence field which metal complexes known conventionally as mentioned above, such as iridium, show (close to a blue field), and needs to make short wave luminescence wavelength of the host compound which is a fluorescent substance in the light emitting device using the triplet of this compound more nearly further than before. That is, it is desirable to combine with the compound which has a large band gap.

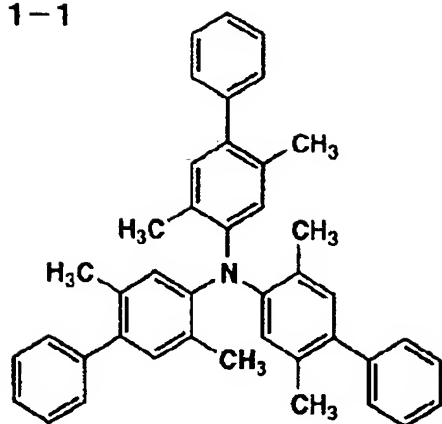
[0106] Conventionally, as for 390nm - 410nm, it is desirable still more desirable that the fluorescence maximum wave length of the fluorescence compound used as a host compound is 350nm to 440nm.

[0107] In this invention, the example of the fluorescence compound advantageously used as a host compound is shown below. It is good **** as that by which the large thoria reel amine of a band gap, a biphenyl compound, etc. are used for a luminous layer with the phosphorescence compound concerning this invention also in these. However, these compounds are used for a luminous layer, and also using for an electron hole transportation layer is desirable.

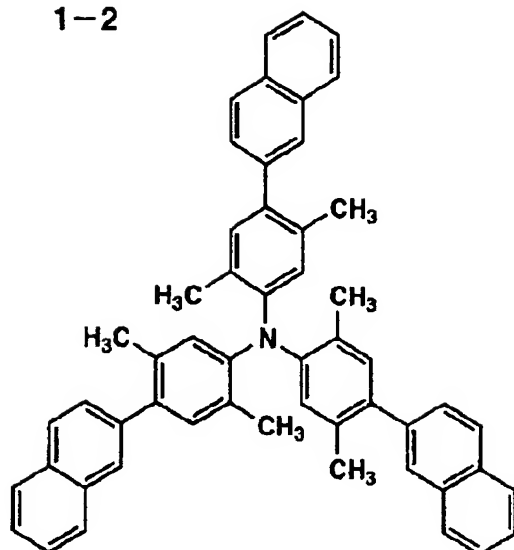
[0108]

[Formula 27]

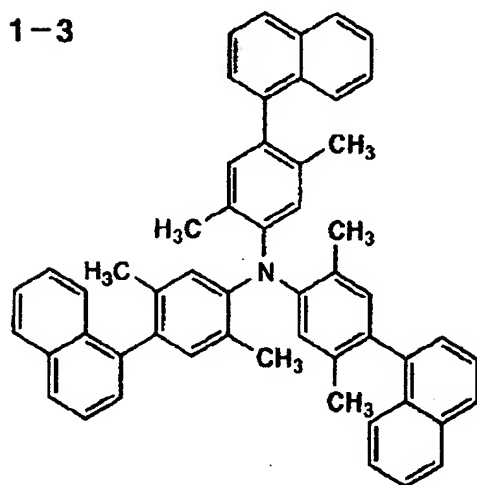
1-1



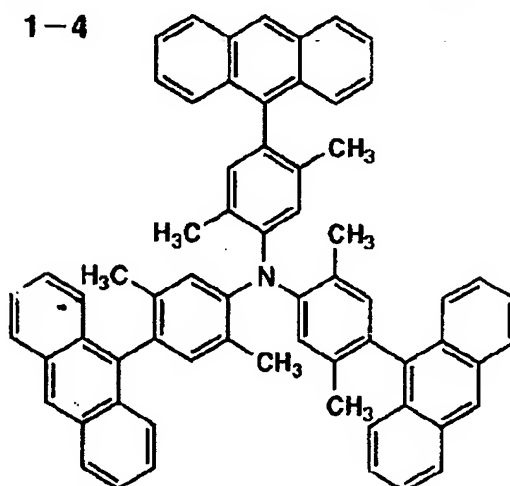
1-2



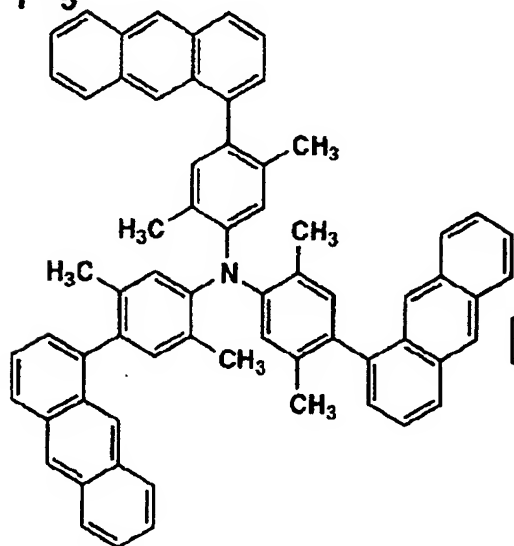
1-3



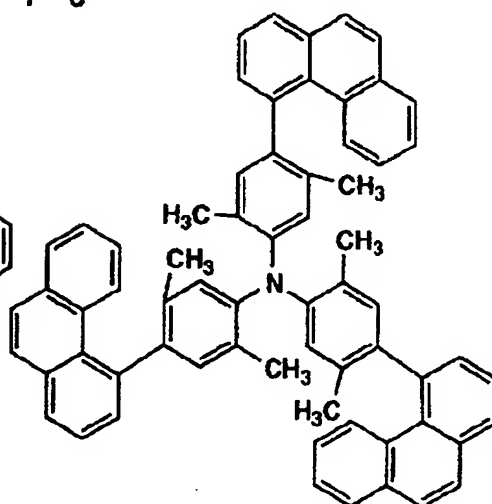
1-4



1-5

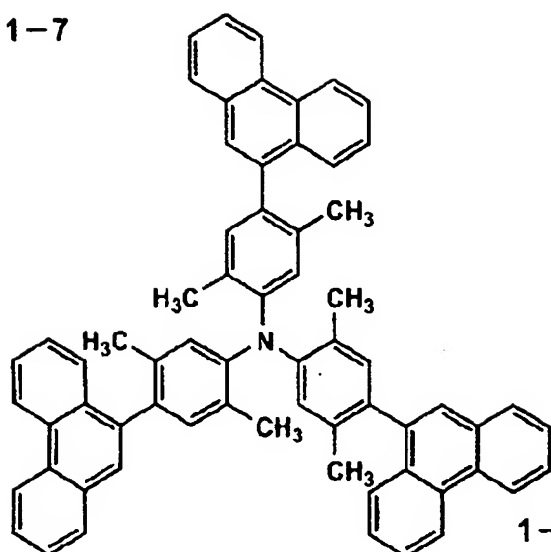


1-6

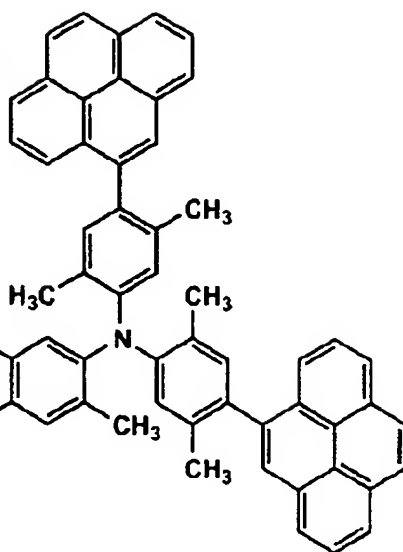


[0109]
[Formula 28]

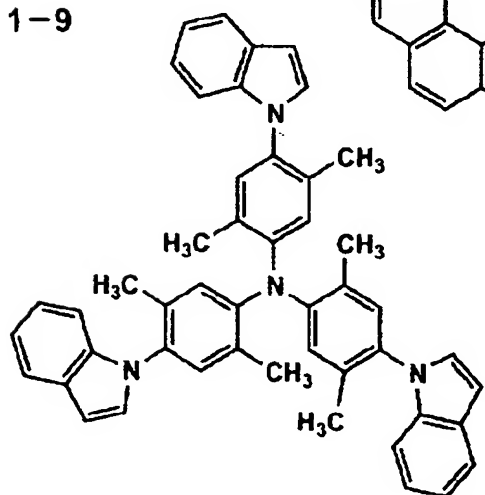
1-7



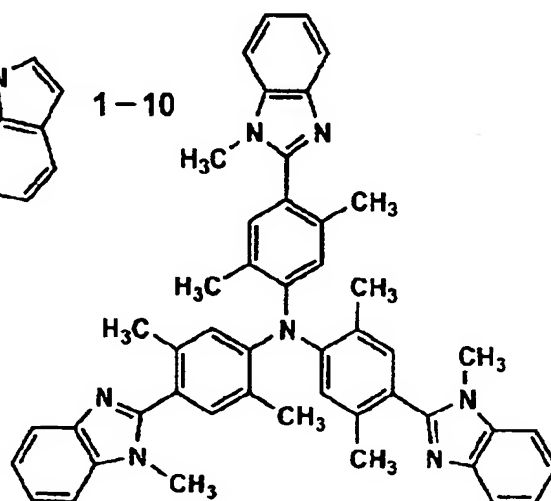
1-8



1-9

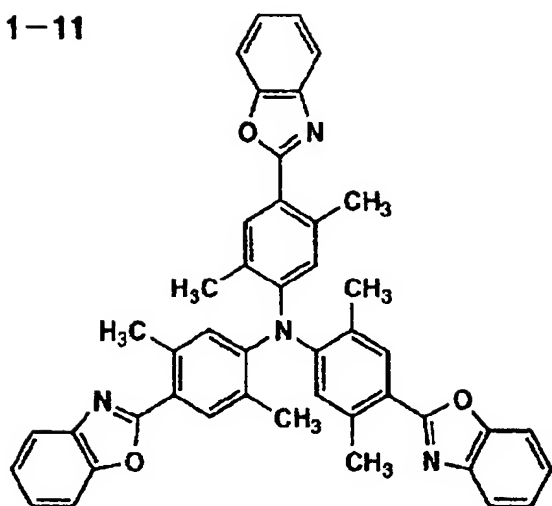


1-10

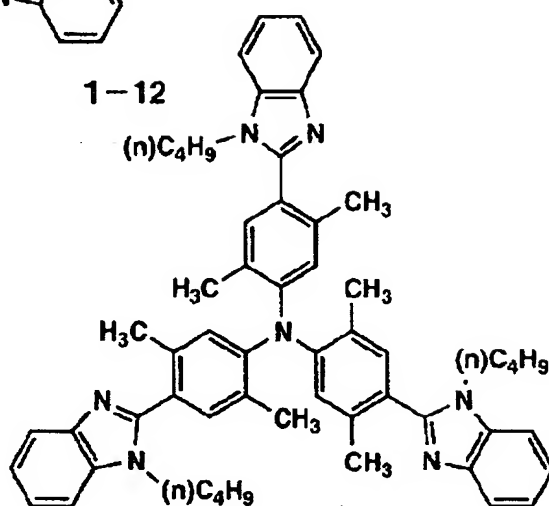


[0110]
[Formula 29]

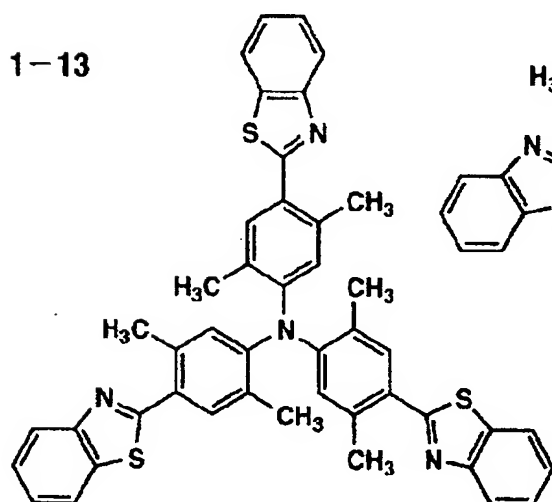
1-11



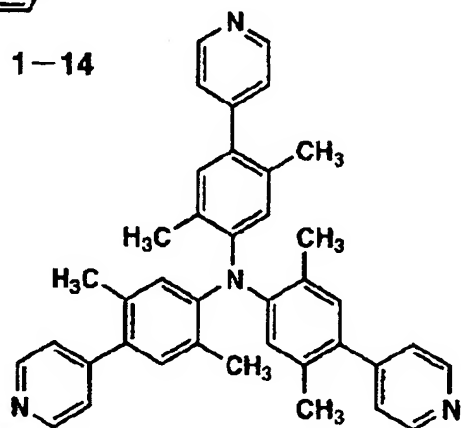
1-12



1-13

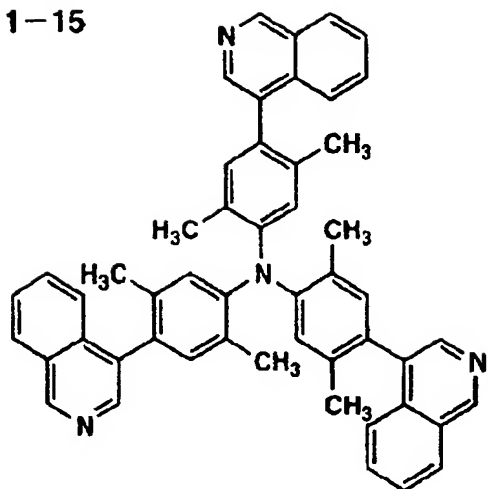


1-14

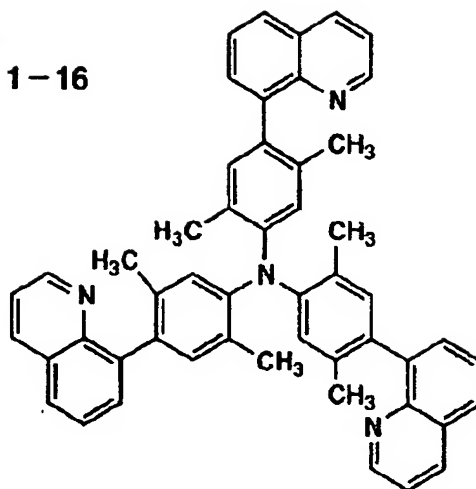


[0111]
[Formula 30]

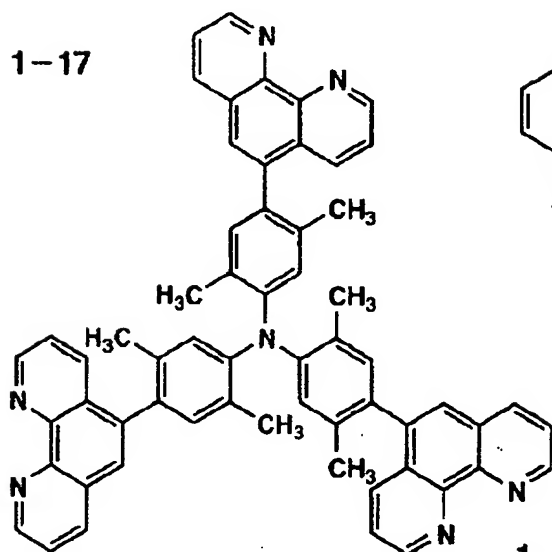
1-15



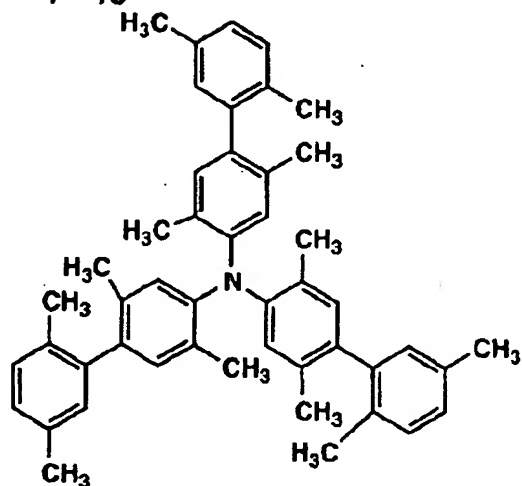
1-16



1-17

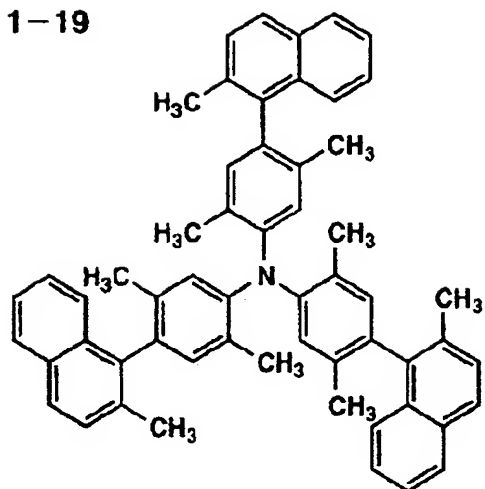


1-18

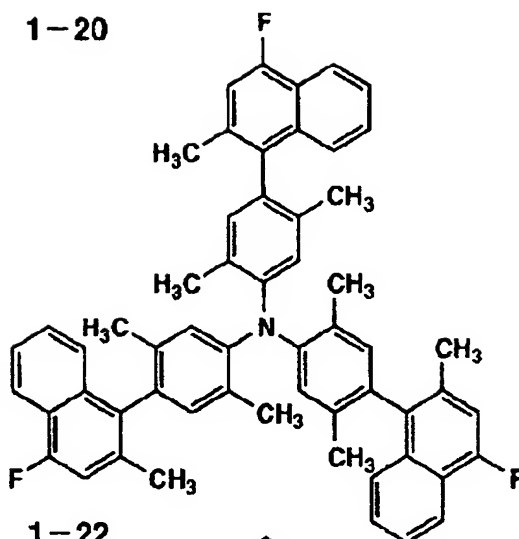


[0112]
[Formula 31]

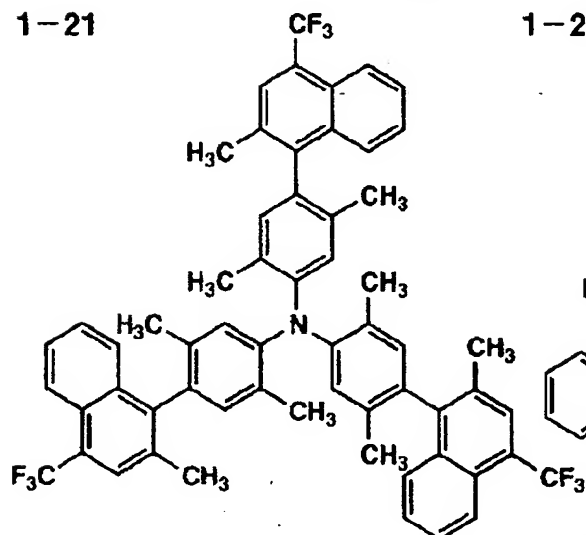
1-19



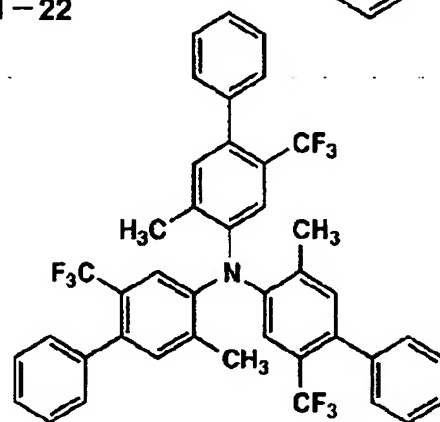
1-20



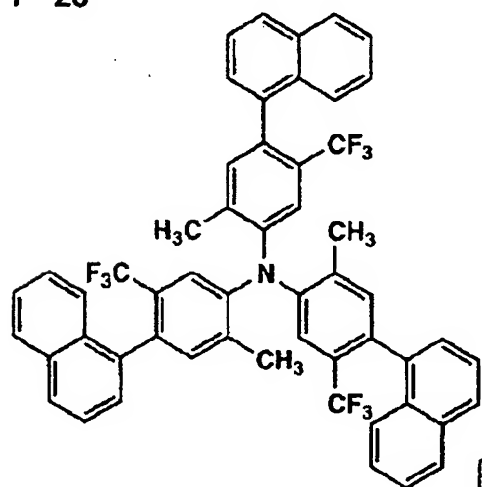
1-21



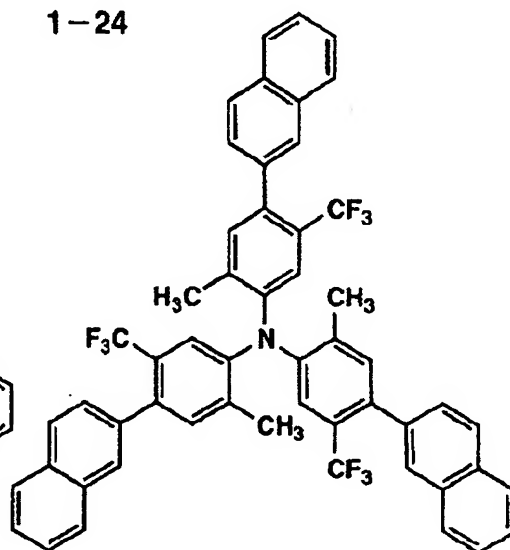
1-22



1-23

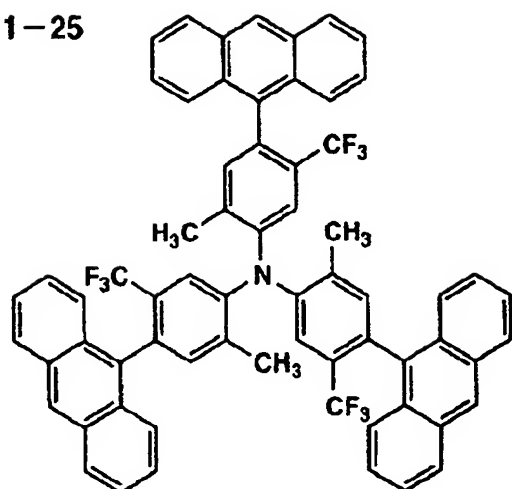


1-24

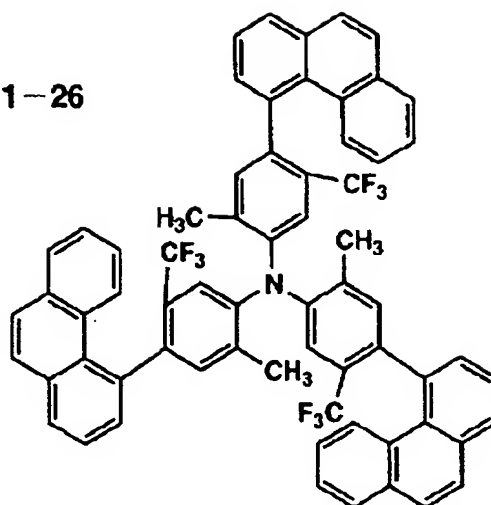


[0113]
[Formula 32]

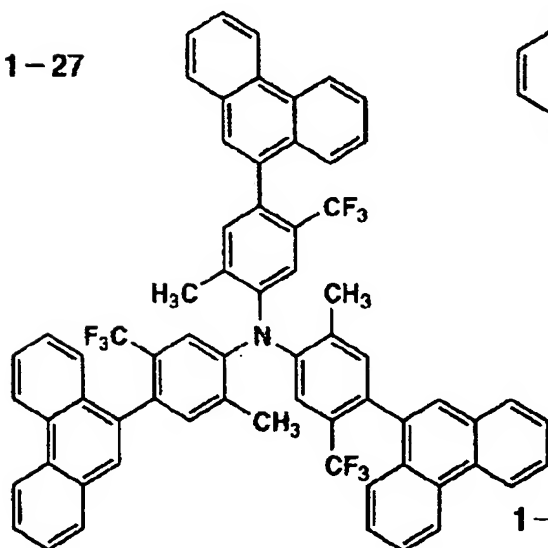
1-25



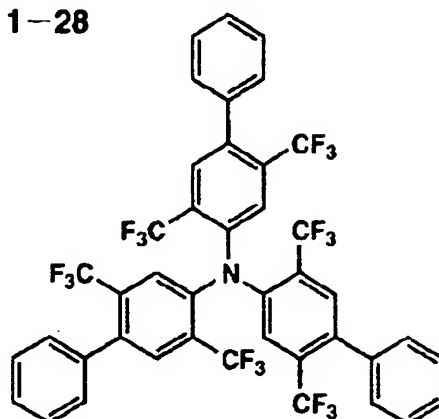
1-26



1-27

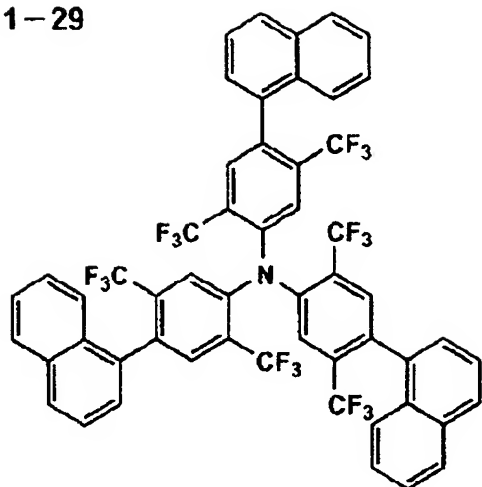


1-28

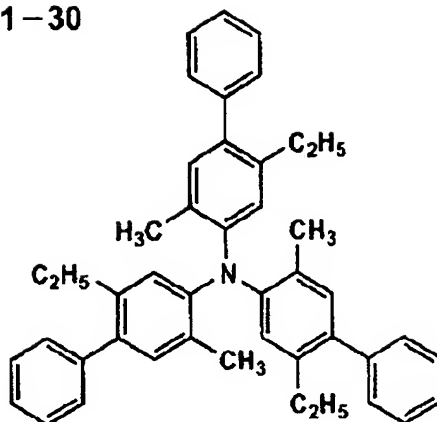


[0114]
[Formula 33]

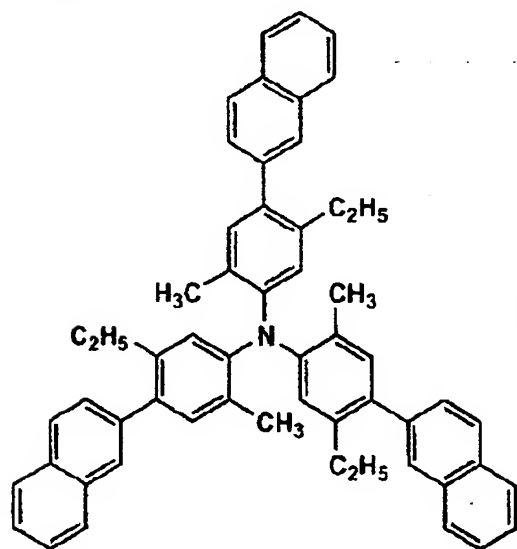
1-29



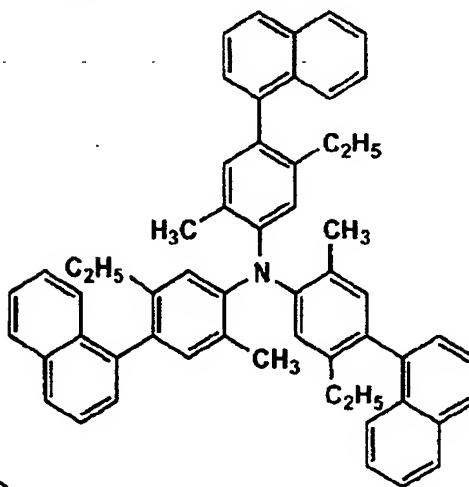
1-30



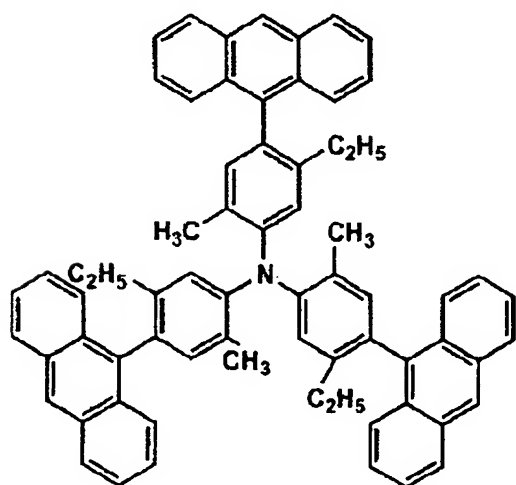
1-31



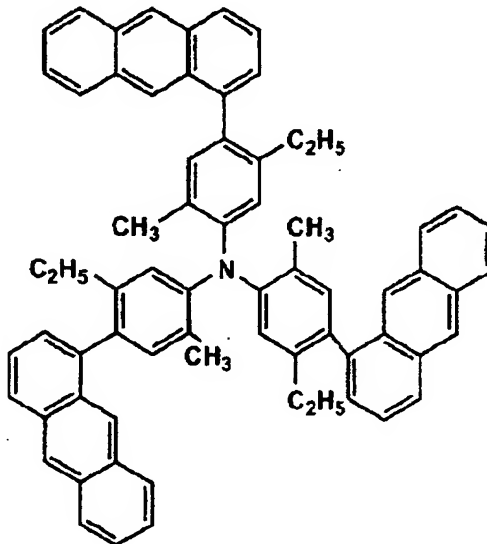
1-32



1-33

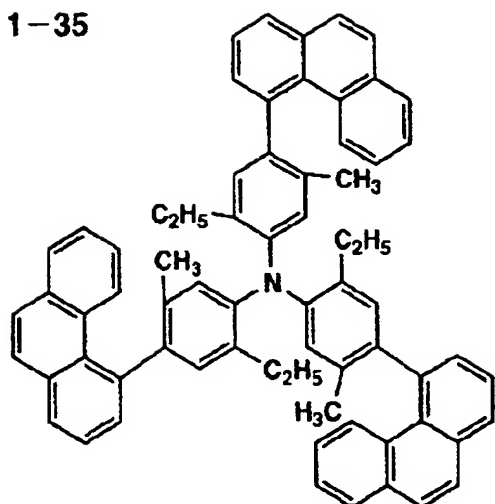


1-34

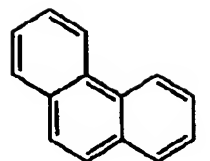


[0115]
[Formula 34]

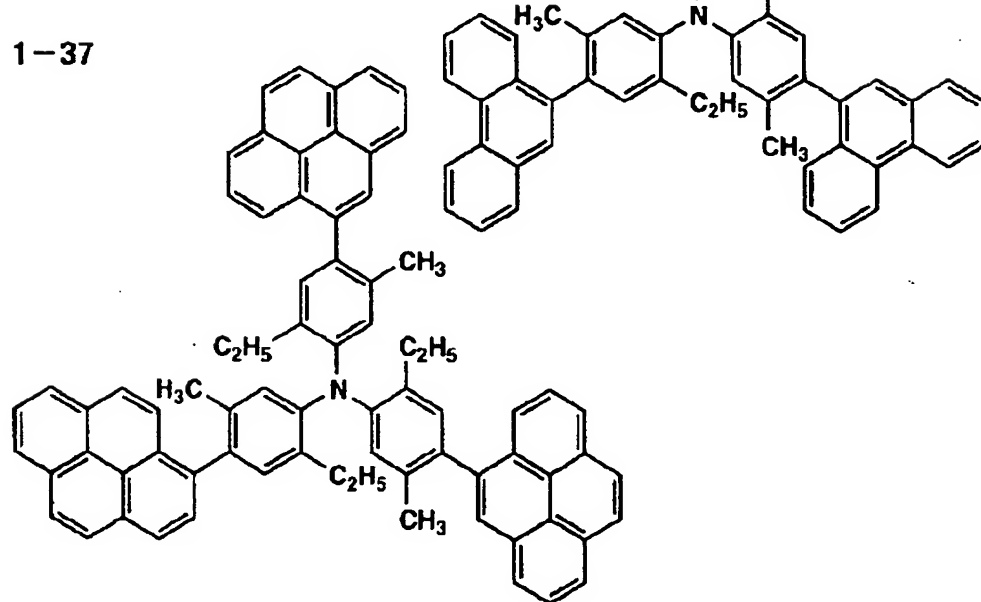
1-35



1-36



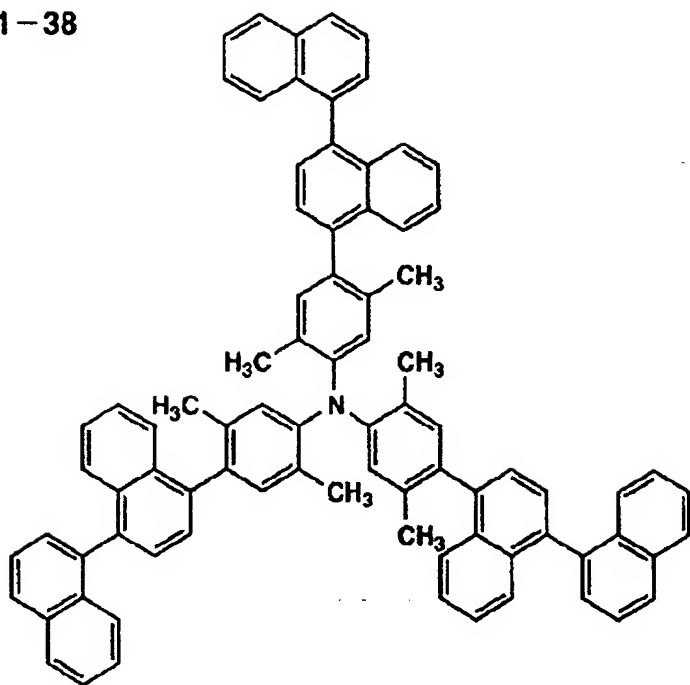
1-37



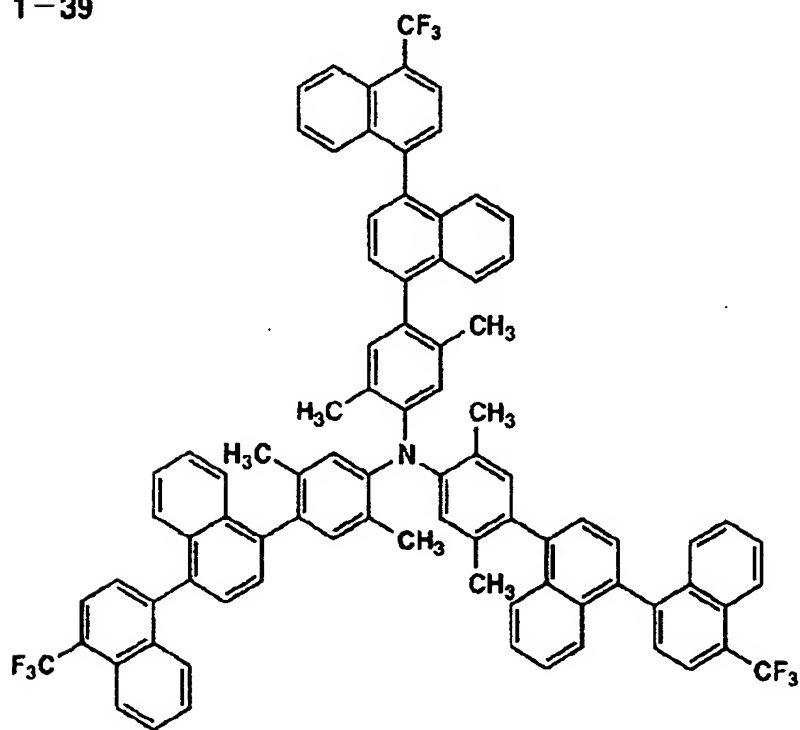
[0116]

[Formula 35]

1-38



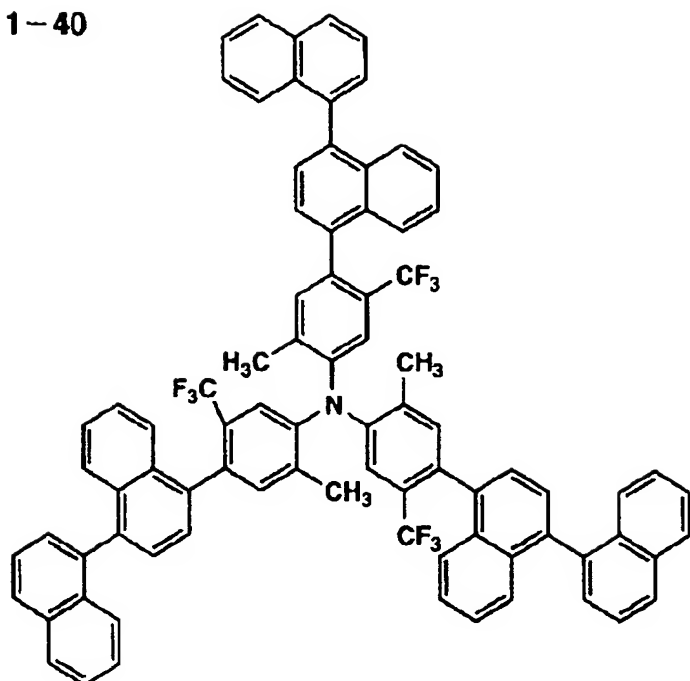
1-39



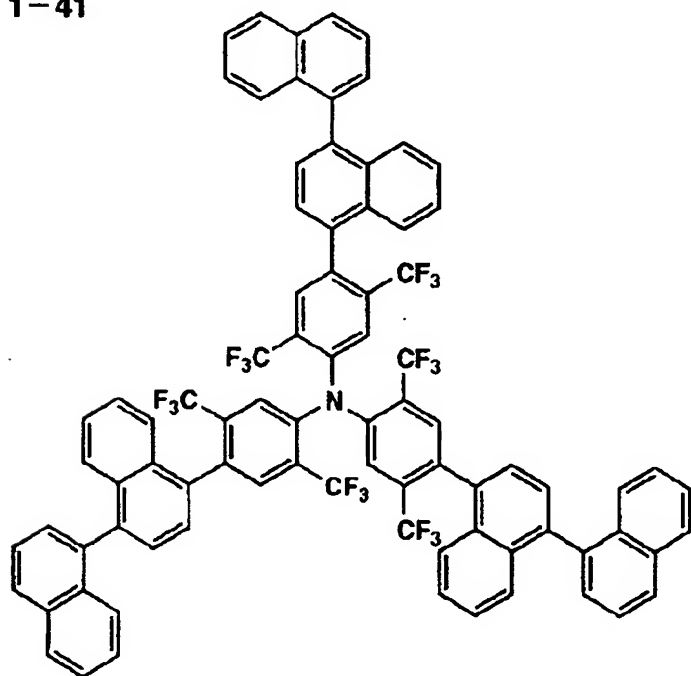
[0117]

[Formula 36]

1-40

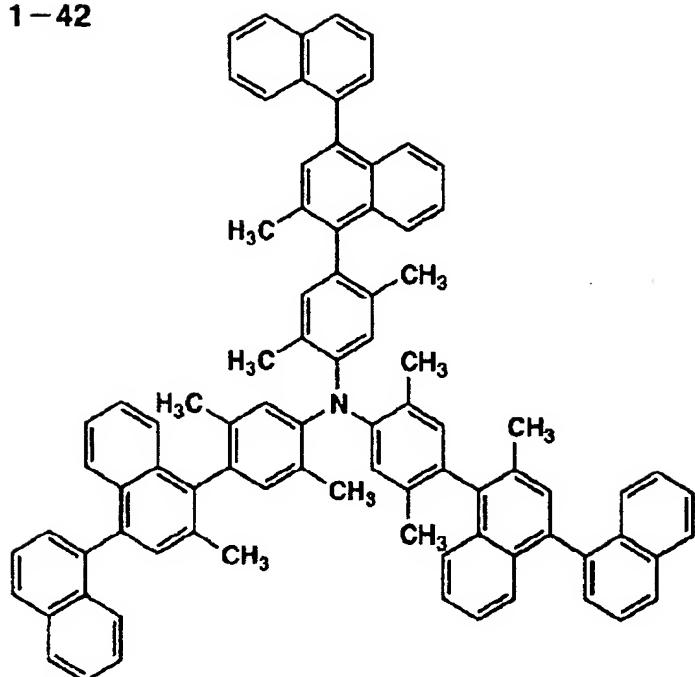


1-41

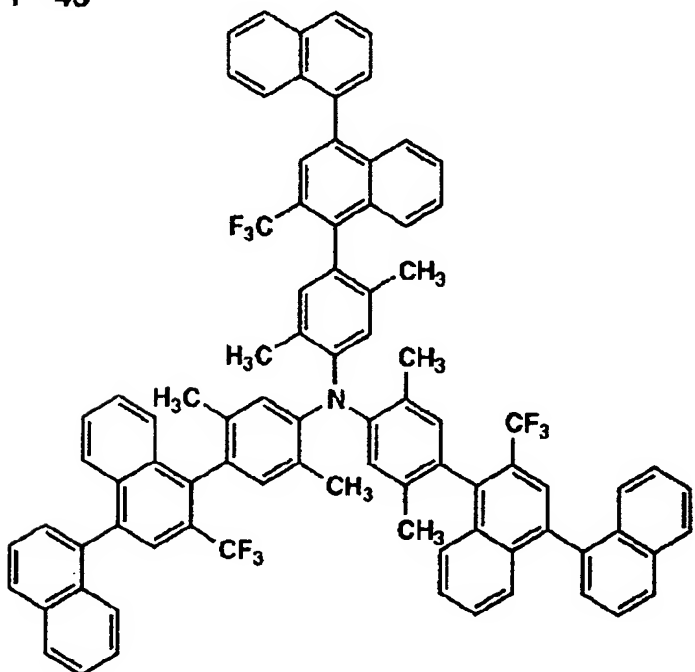


[0118]
[Formula 37]

1-42



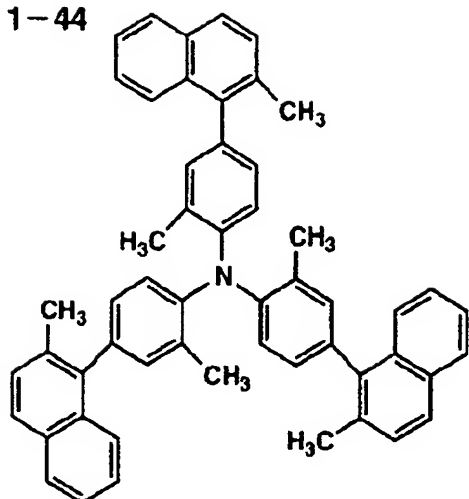
1-43



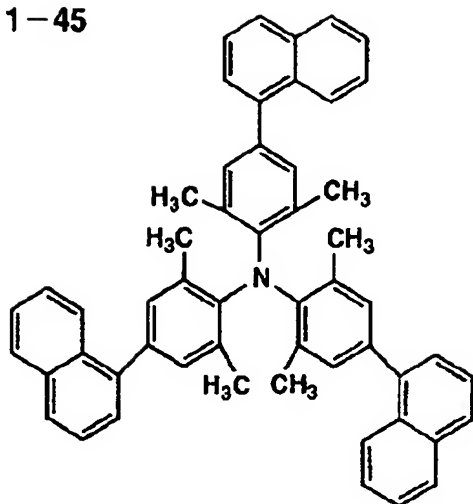
[0119]

[Formula 38]

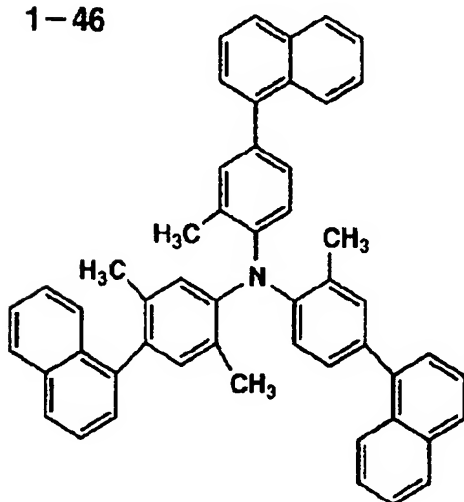
1-44



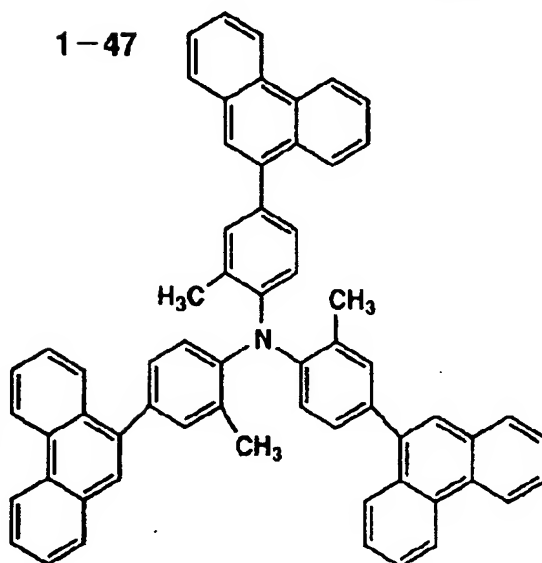
1-45



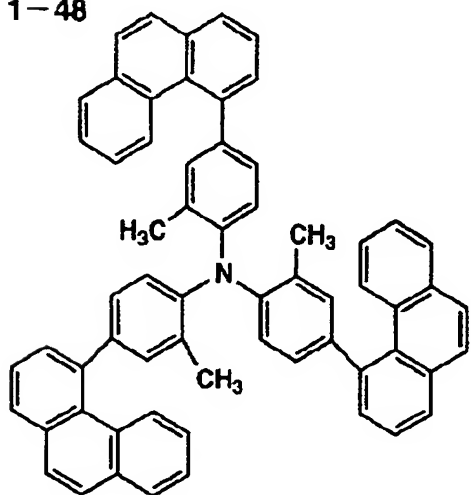
1-46



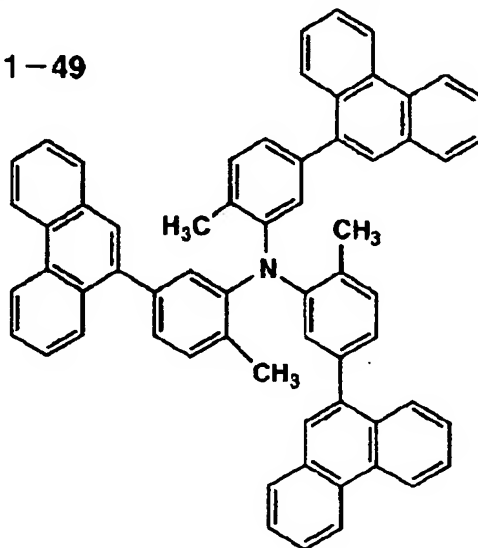
1-47



1-48

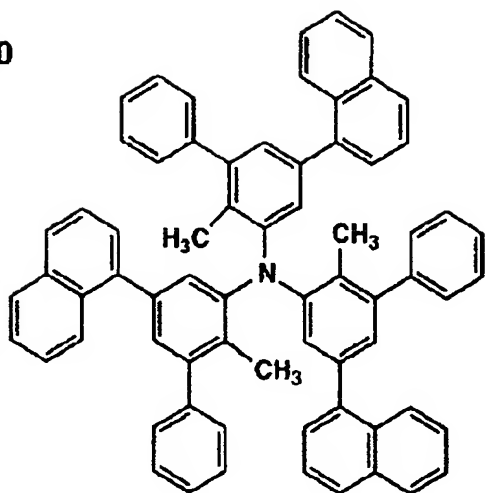


1-49

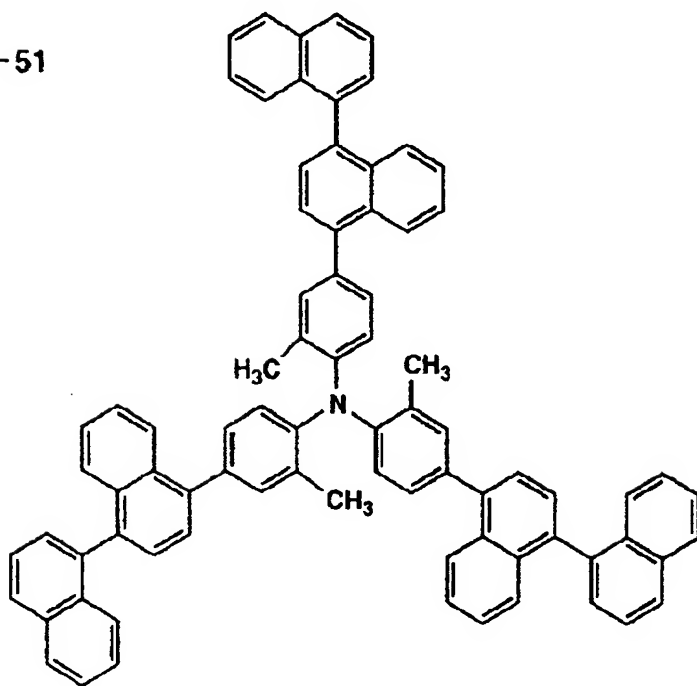


[0120]
[Formula 39]

1-50

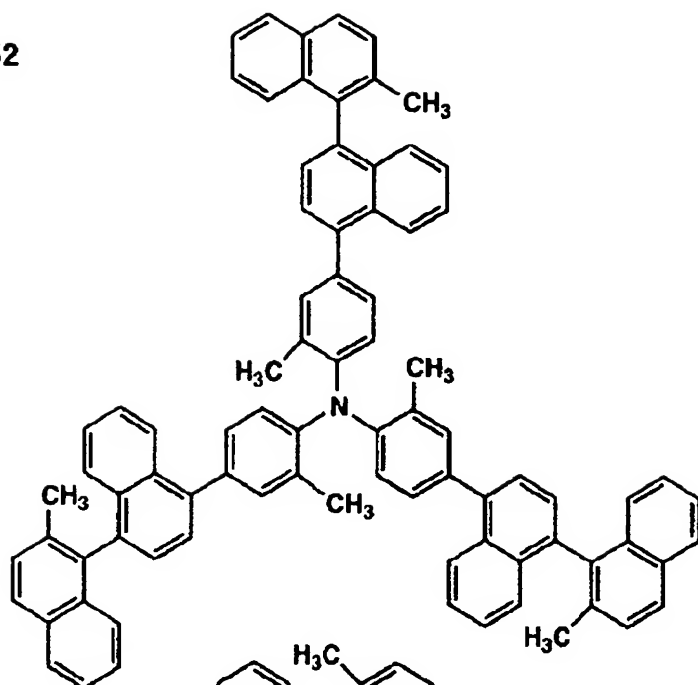


1-51

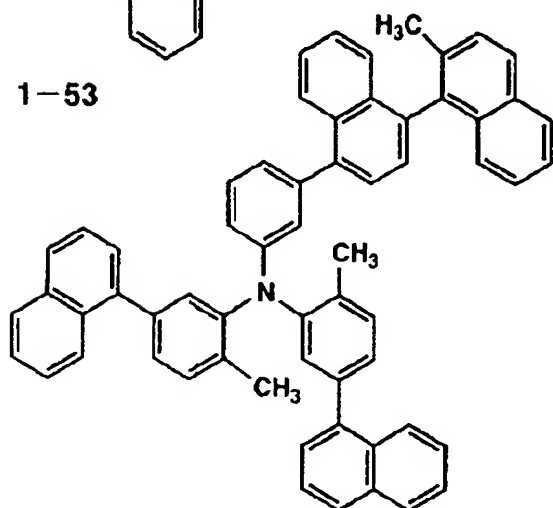


[0121]
[Formula 40]

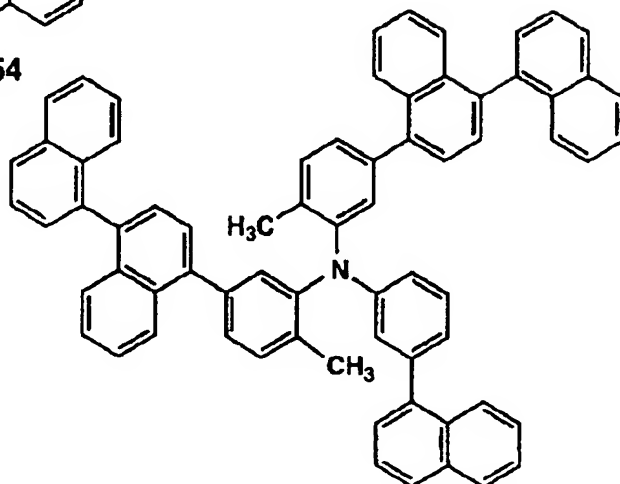
1-52



1-53

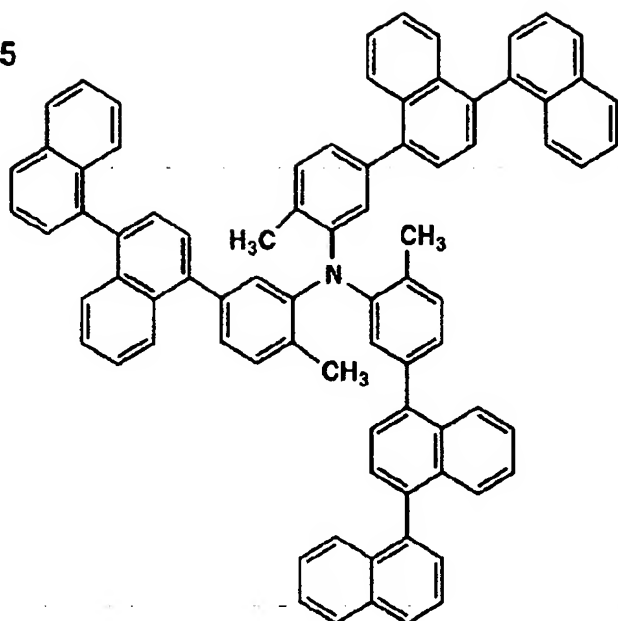


1-54

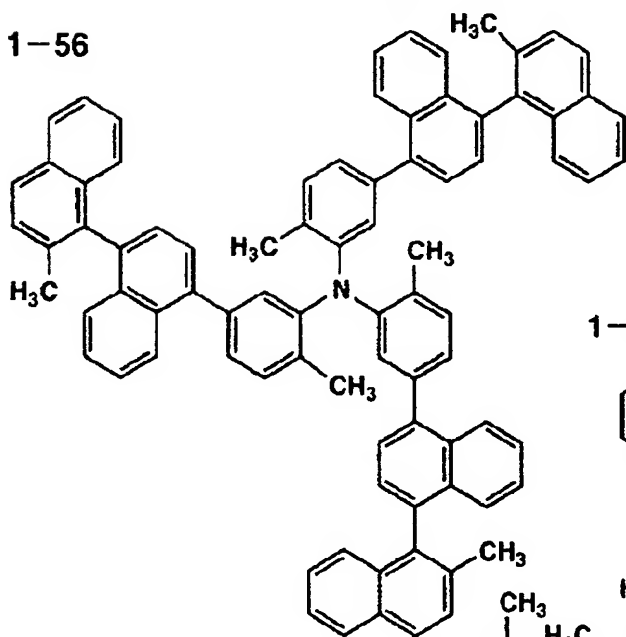


[0122]
[Formula 41]

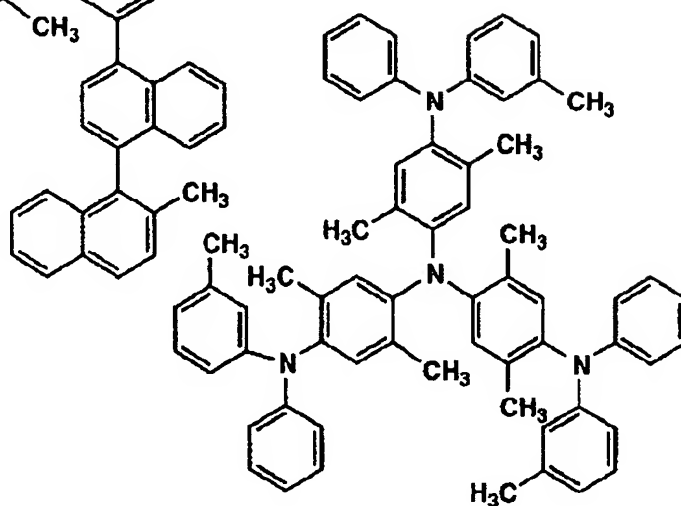
1-55



1-56



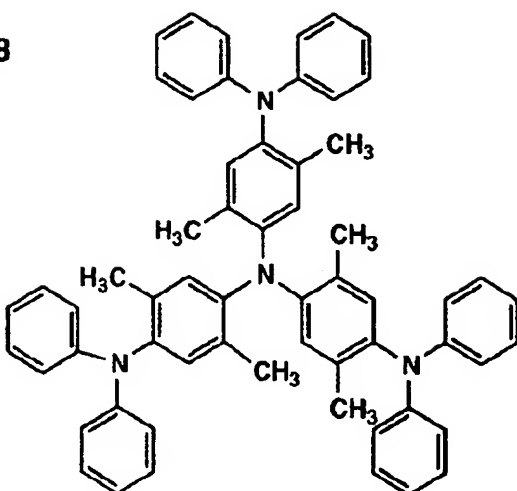
1-57



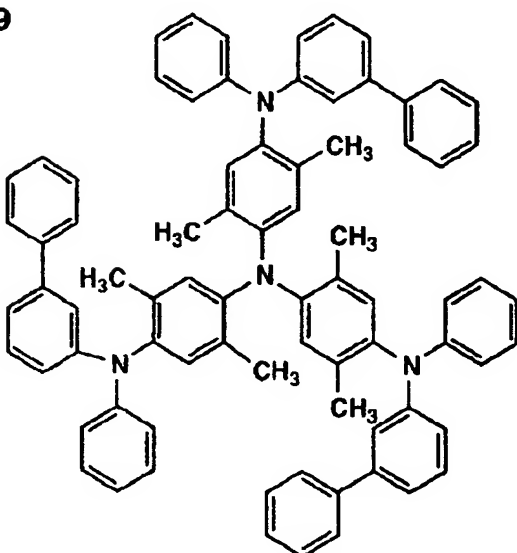
[0123]

[Formula 42]

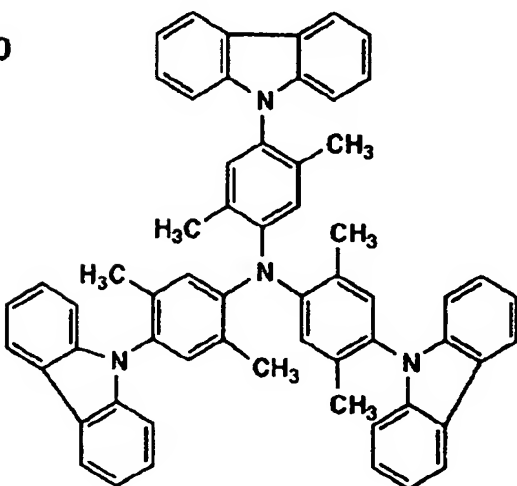
1-58



1-59

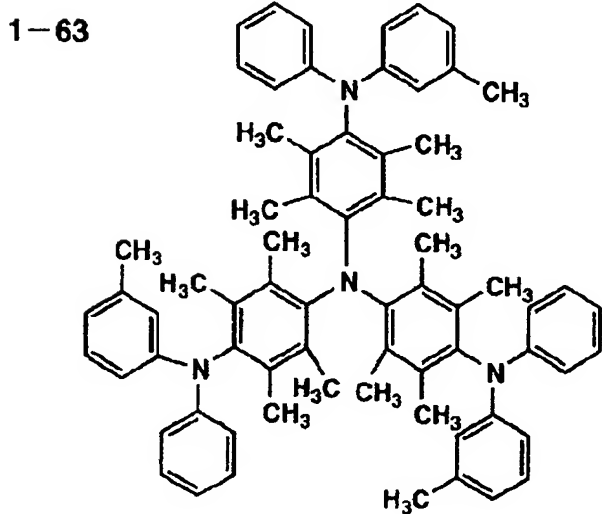
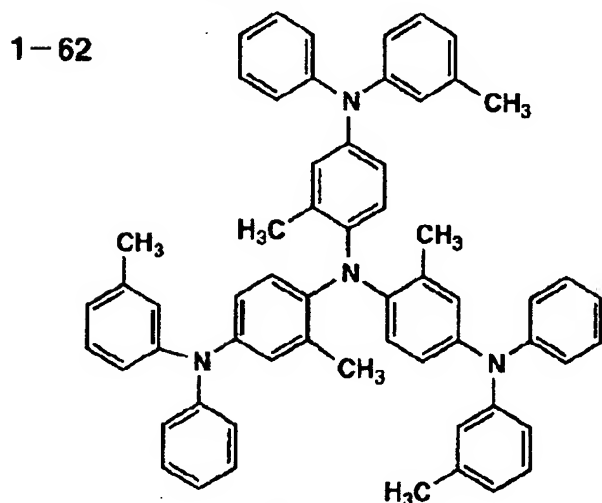
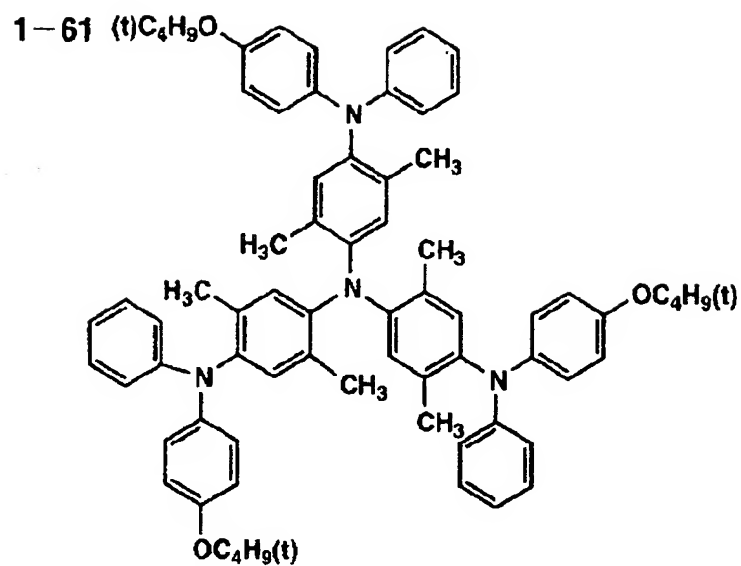


1-60



[0124]

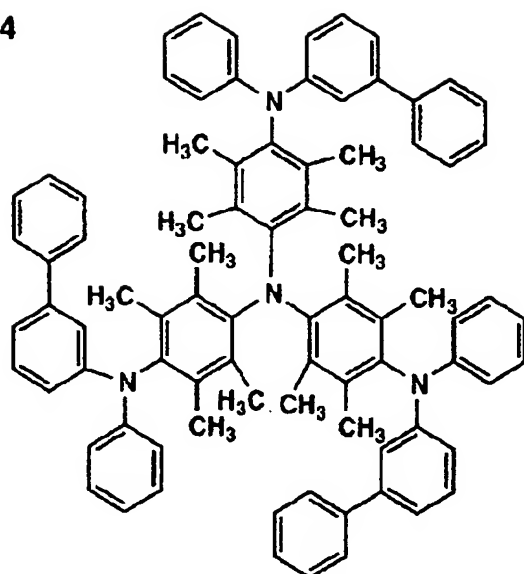
[Formula 43]



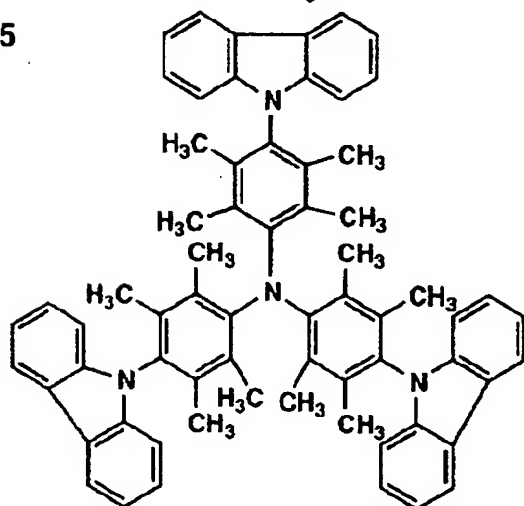
[0125]

[Formula 44]

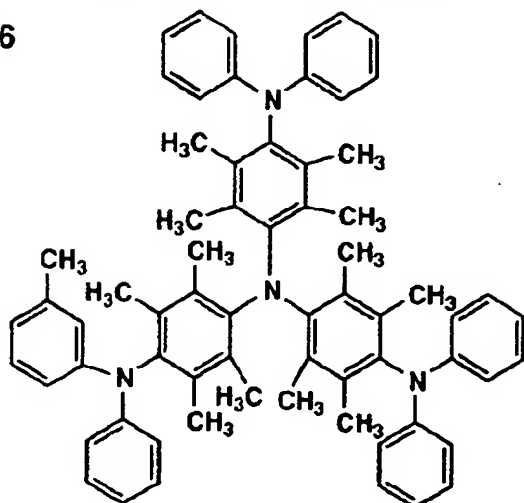
1-64



1-65



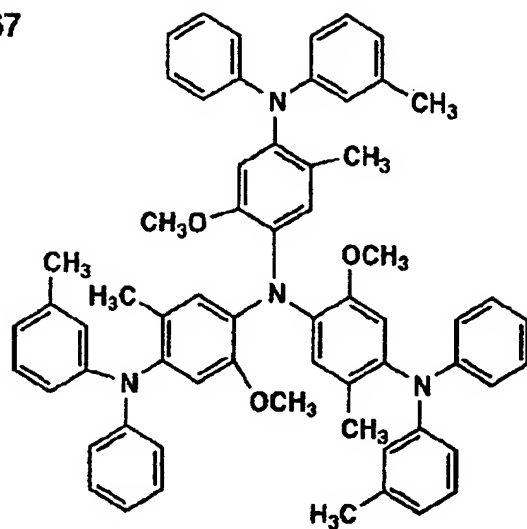
1-66



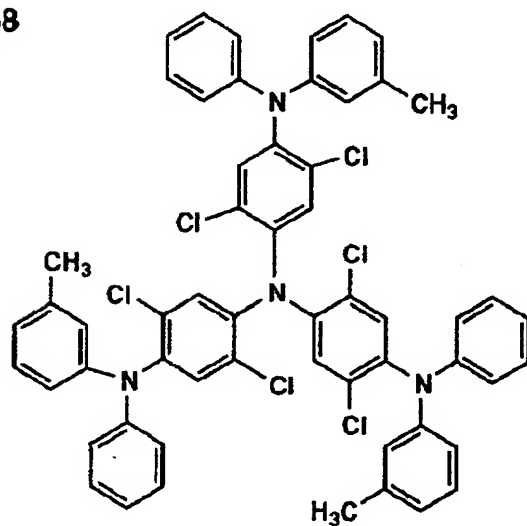
[0126]

[Formula 45]

1-67



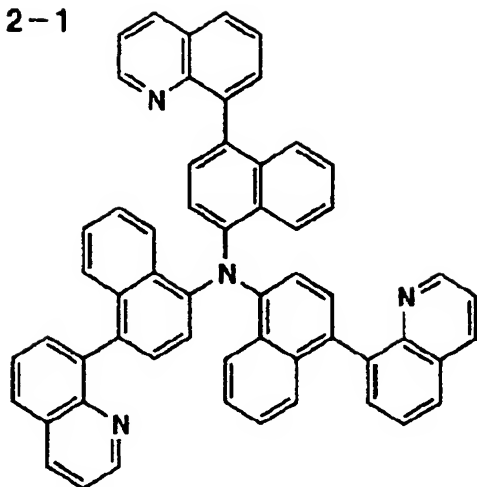
1-68



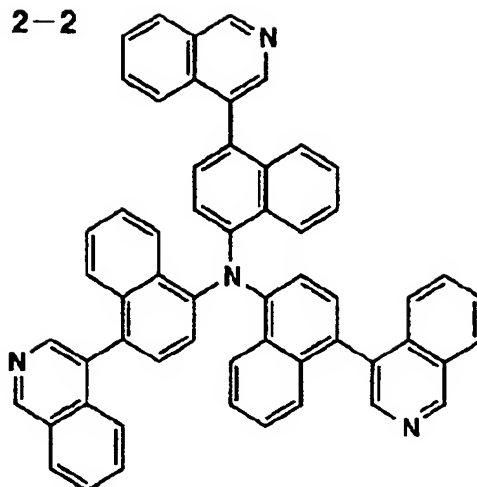
[0127]

[Formula 46]

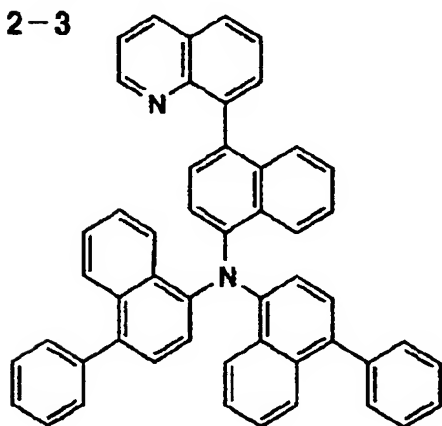
2-1



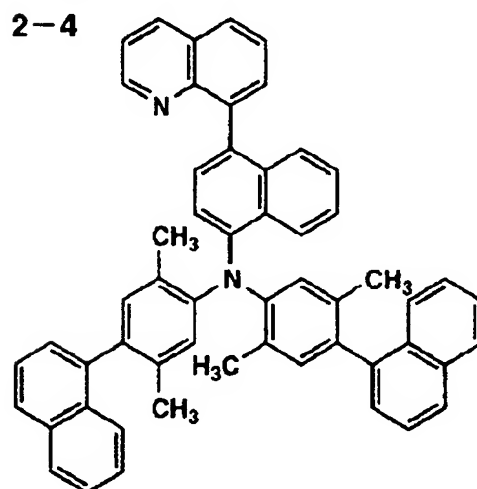
2-2



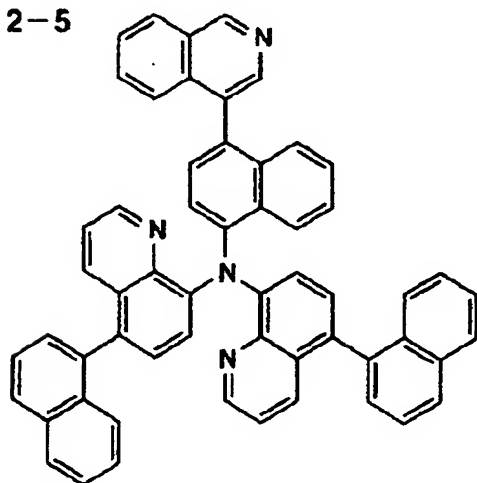
2-3



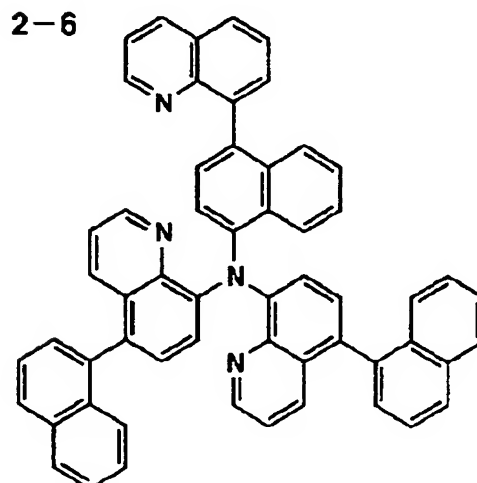
2-4



2-5

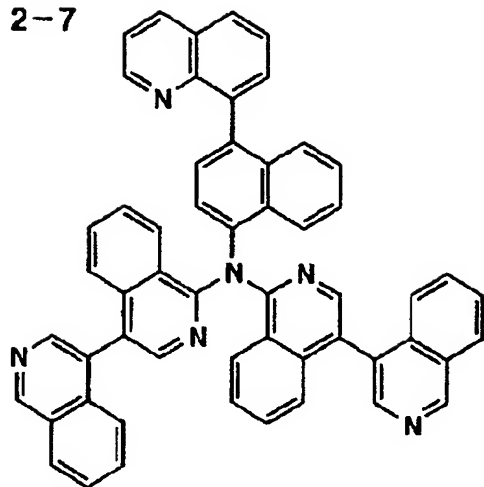


2-6

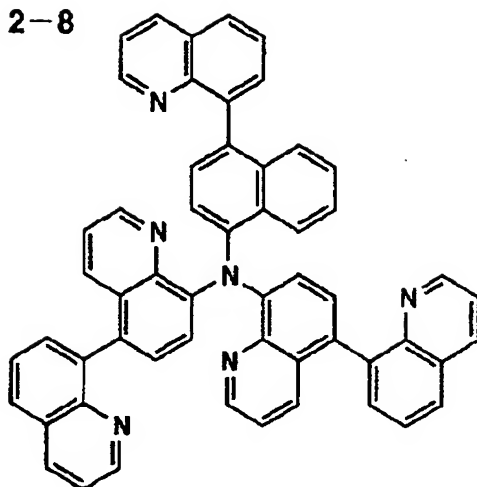


[0128]
[Formula 47]

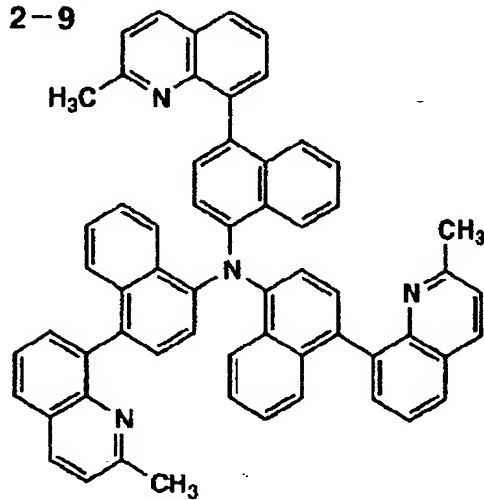
2-7



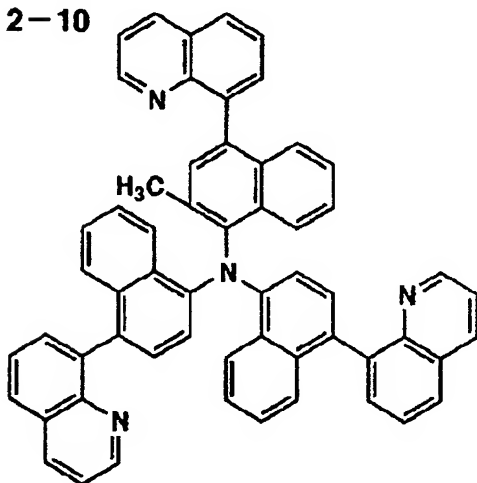
2-8



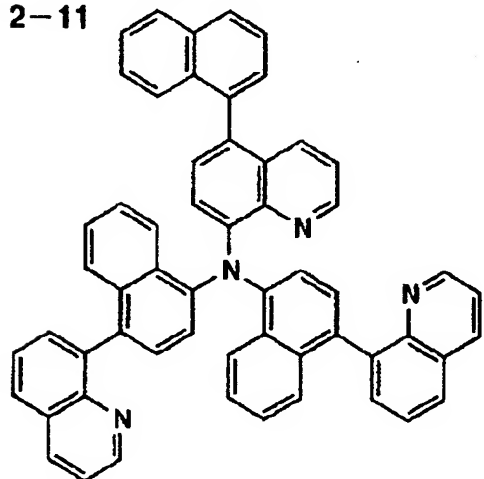
2-9



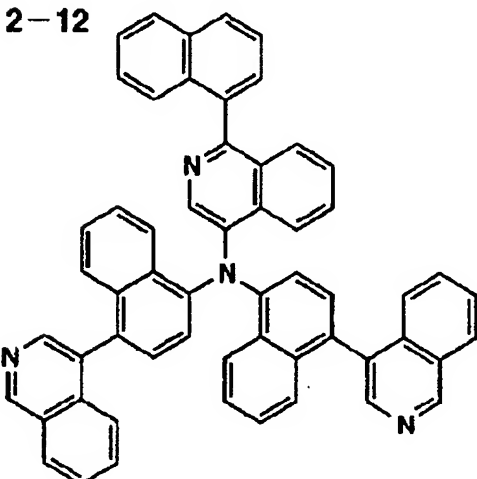
2-10



2-11



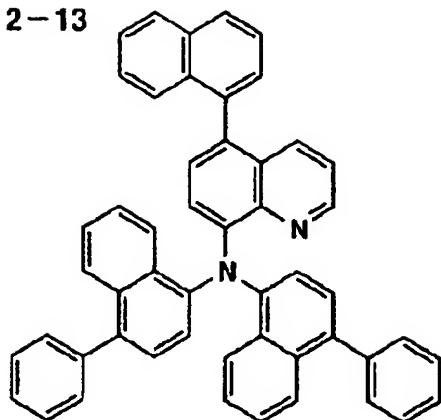
2-12



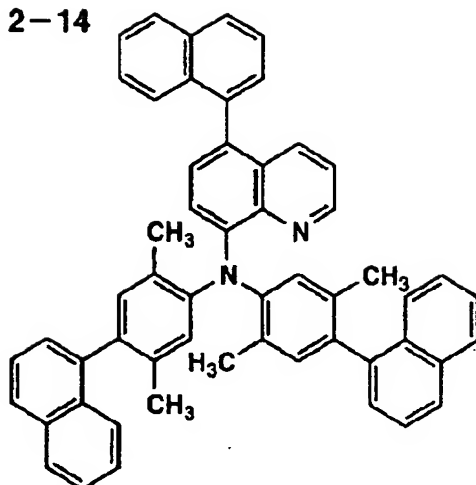
[0129]

[Formula 48]

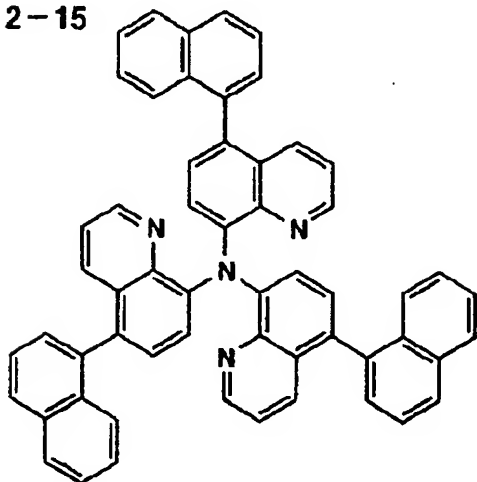
2-13



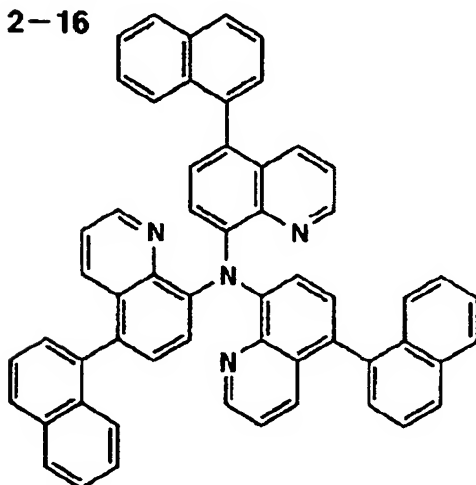
2-14



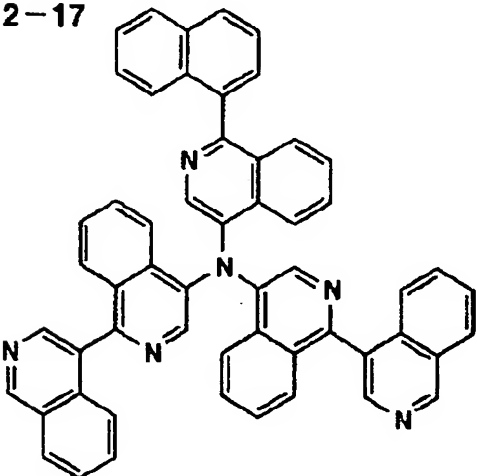
2-15



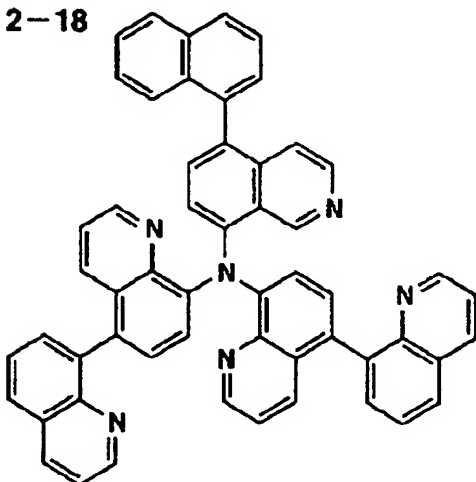
2-16



2-17

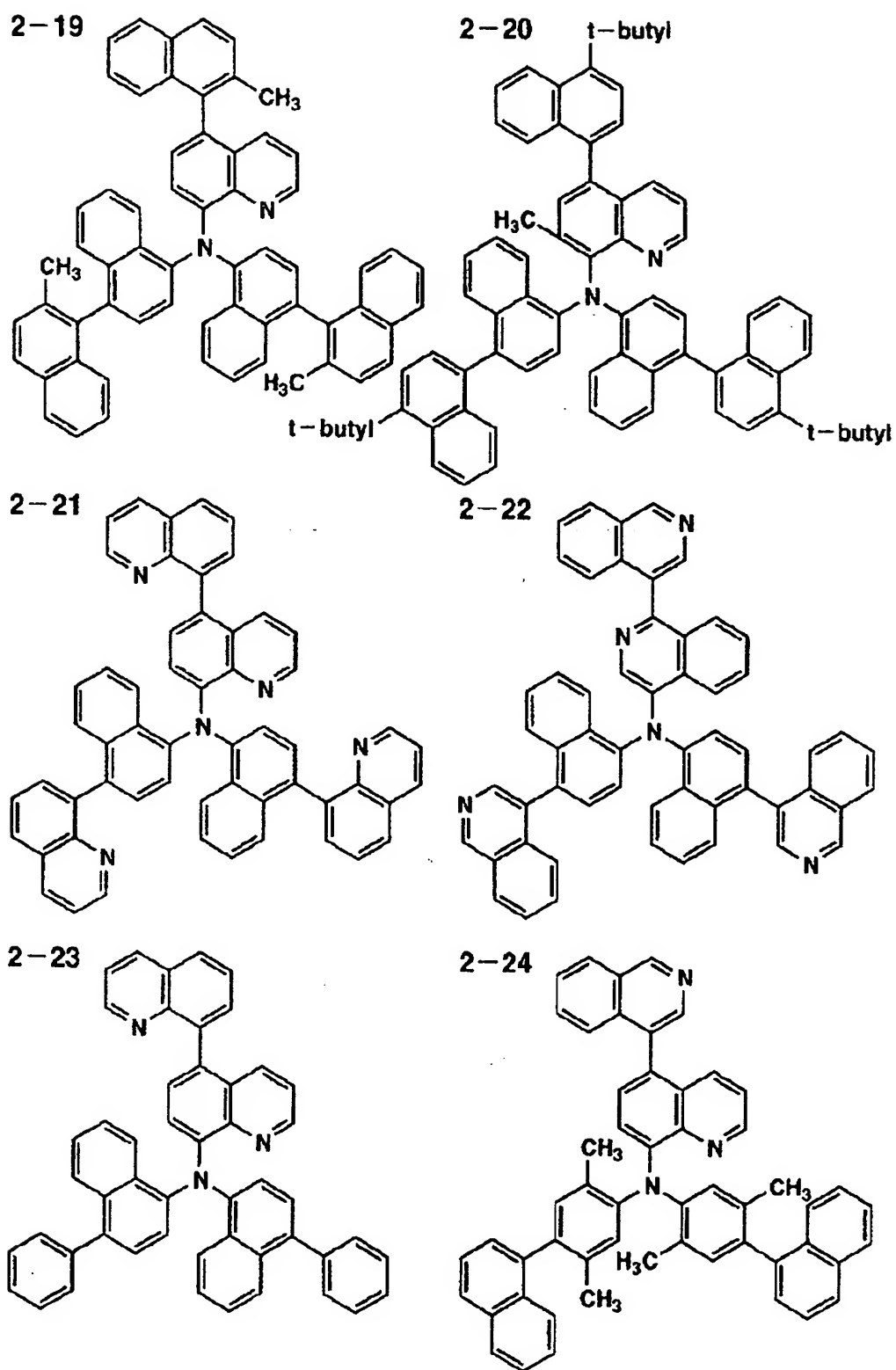


2-18



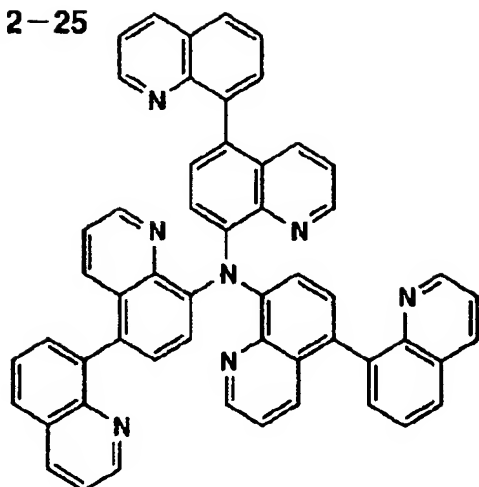
[0130]

[Formula 49]

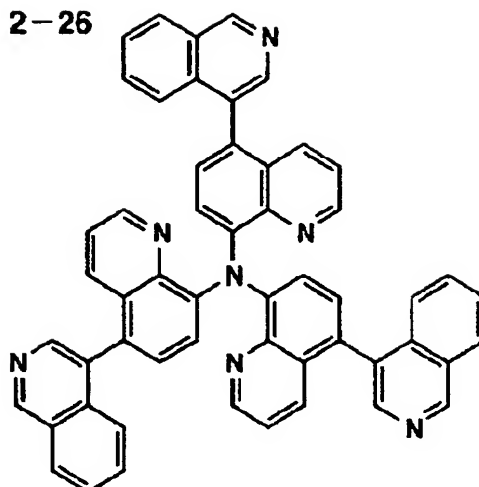


[0131]
[Formula 50]

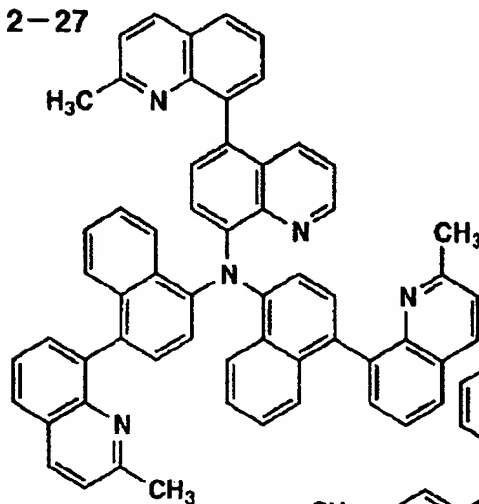
2-25



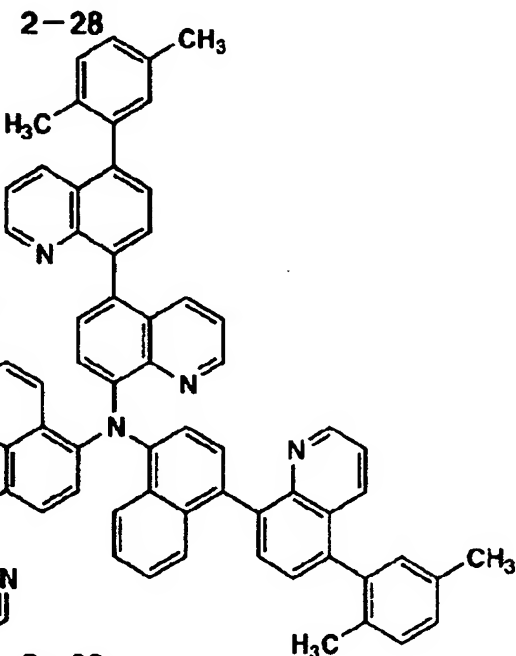
2-26



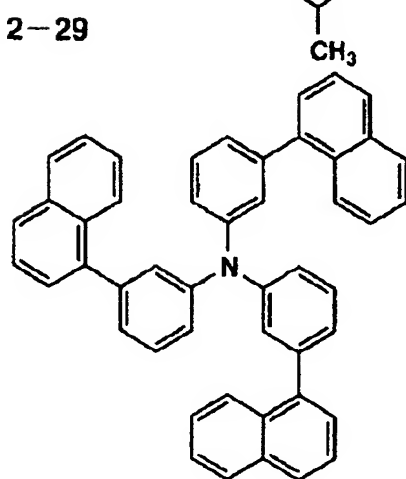
2-27



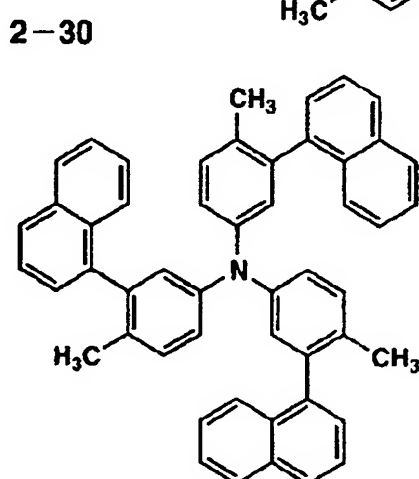
2-28



2-29



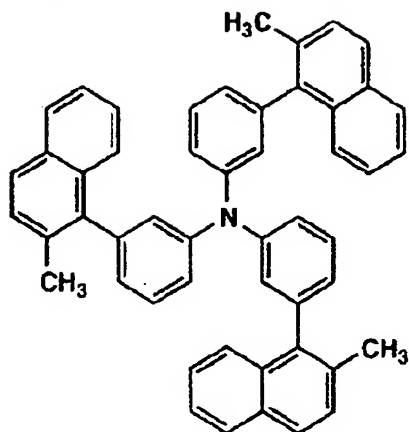
2-30



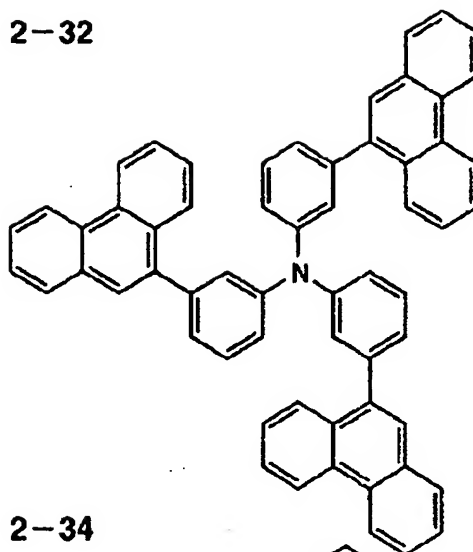
[0132]

[Formula 51]

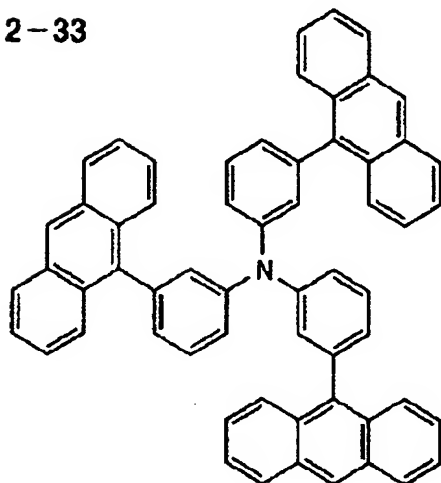
2-31



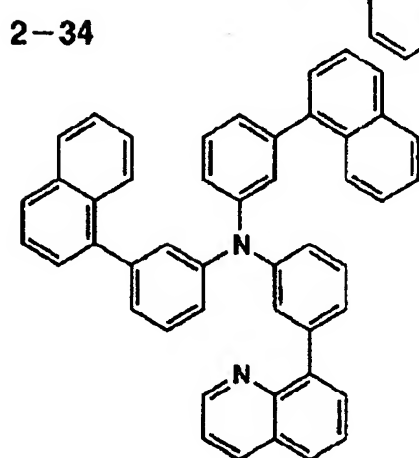
2-32



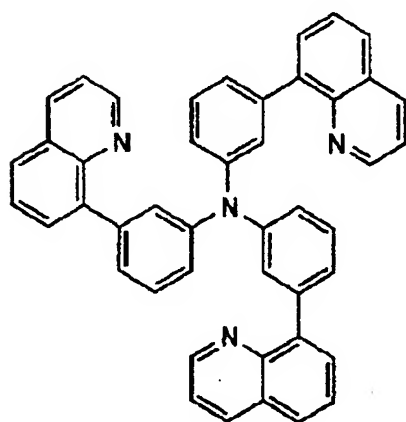
2-33



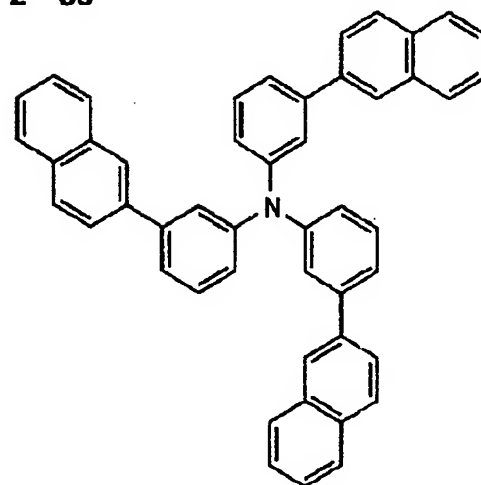
2-34



2-35



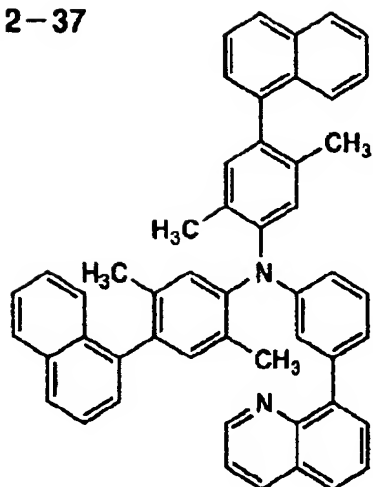
2-36



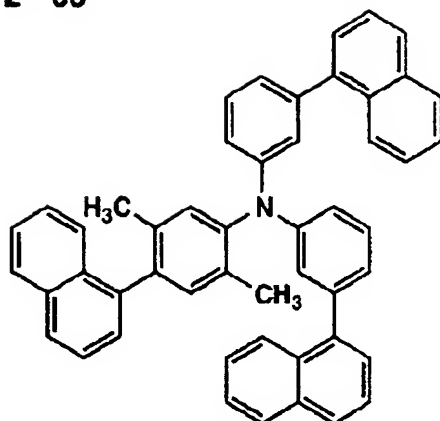
[0133]

[Formula 52]

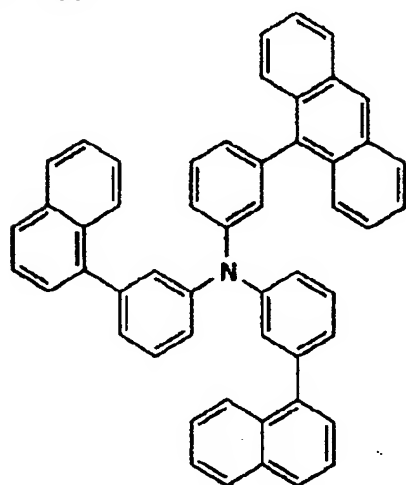
2-37



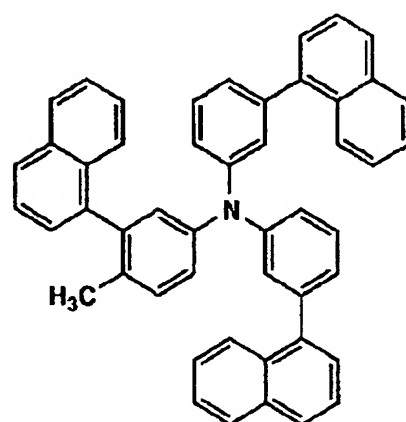
2-38



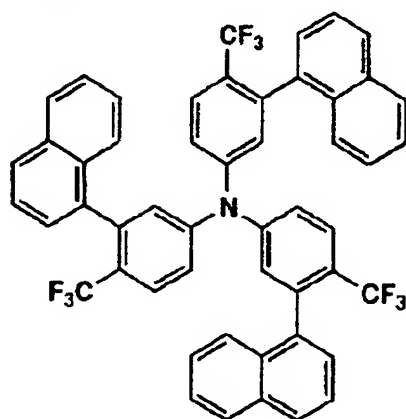
2-39



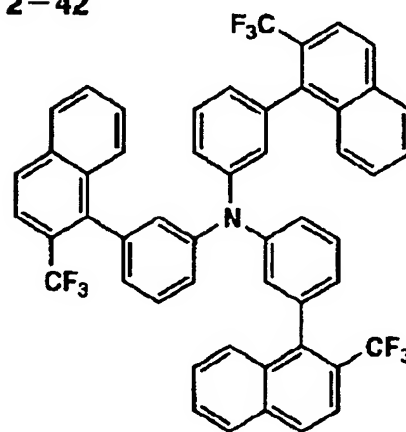
2-40



2-41

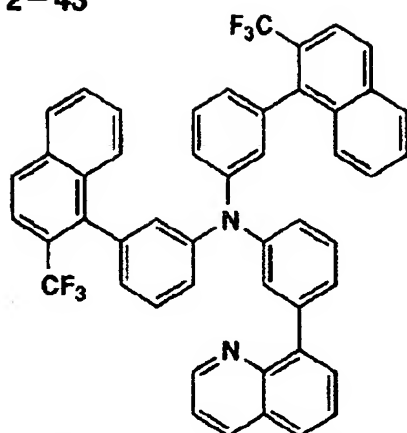


2-42

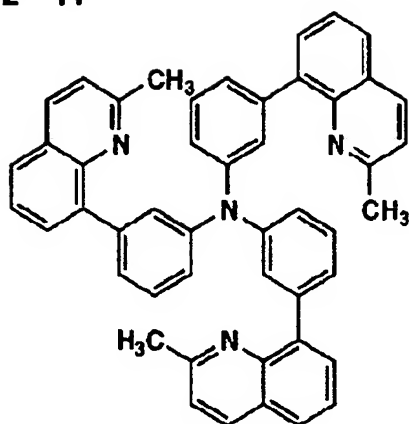


[0134]
[Formula 53]

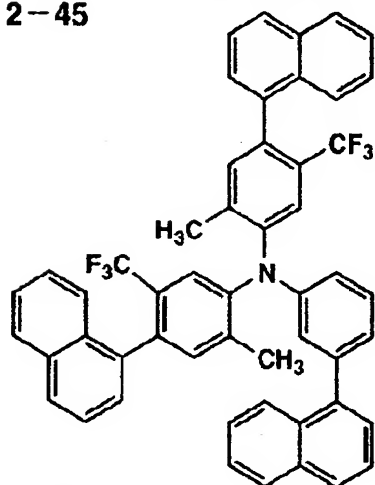
2-43



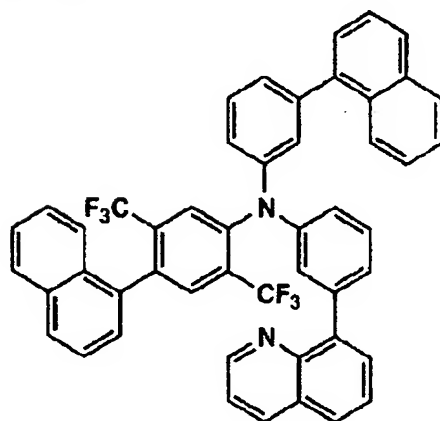
2-44



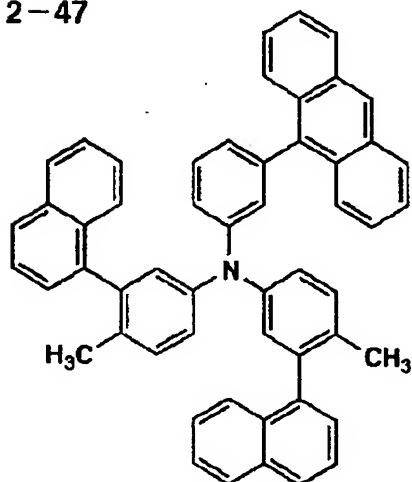
2-45



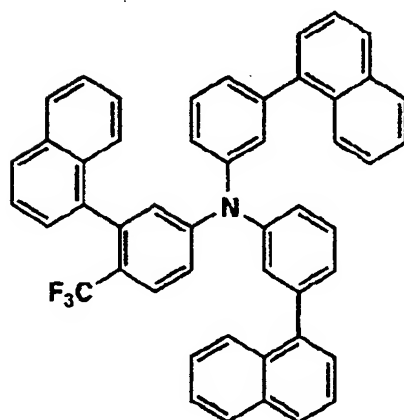
2-46



2-47



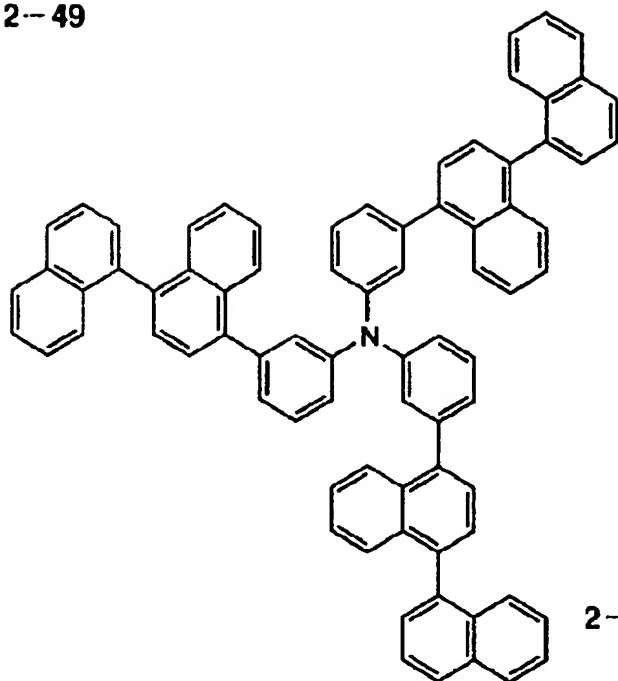
2-48



[0135]

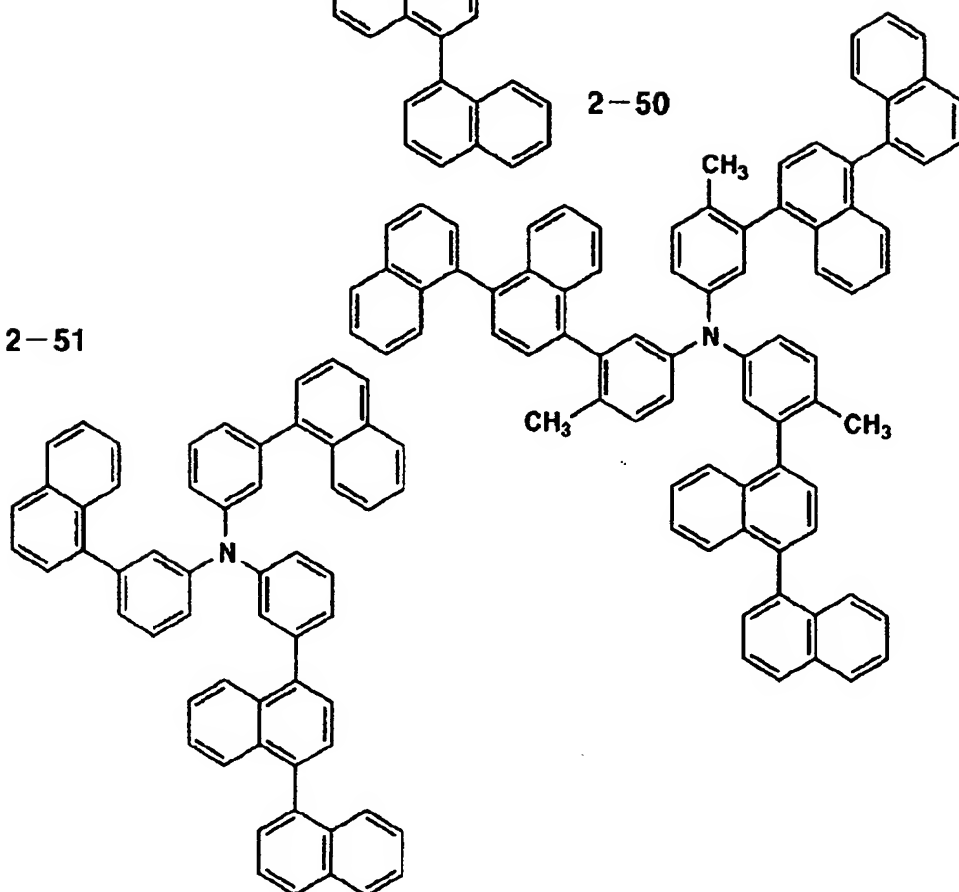
[Formula 54]

2-49



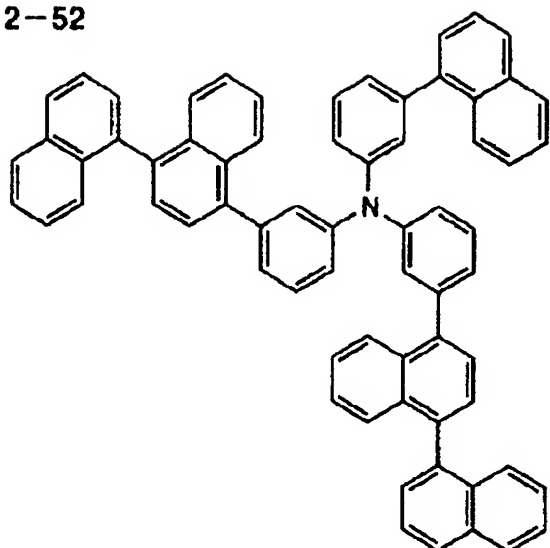
2-50

2-51

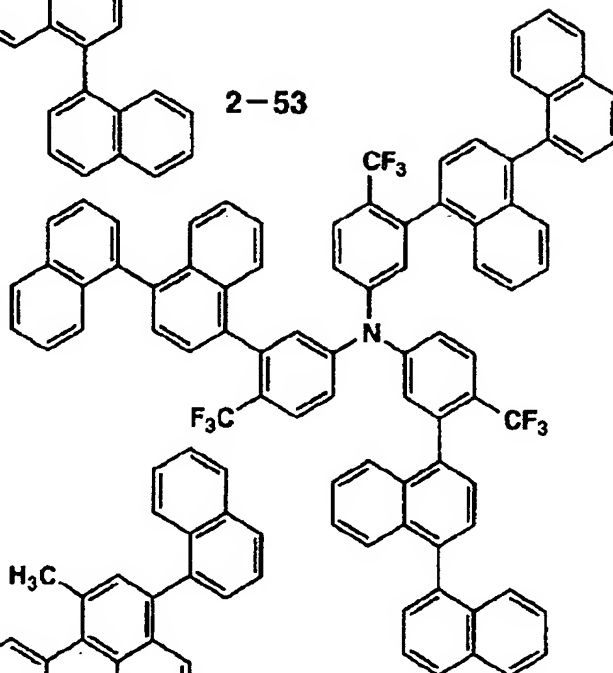


[0136]
[Formula 55]

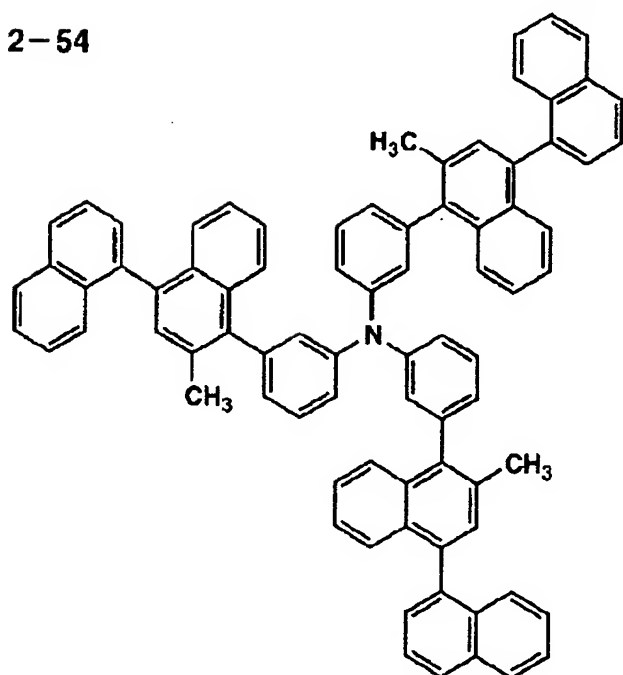
2-52



2-53



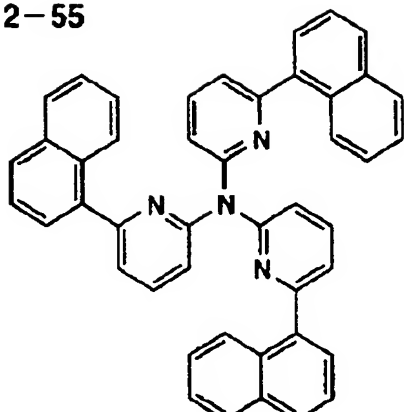
2-54



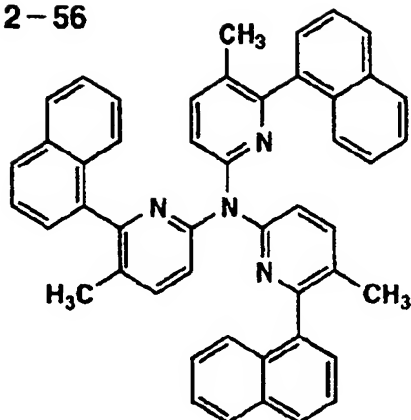
[0137]

[Formula 56]

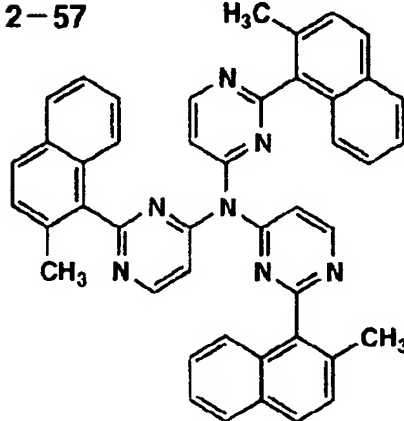
2-55



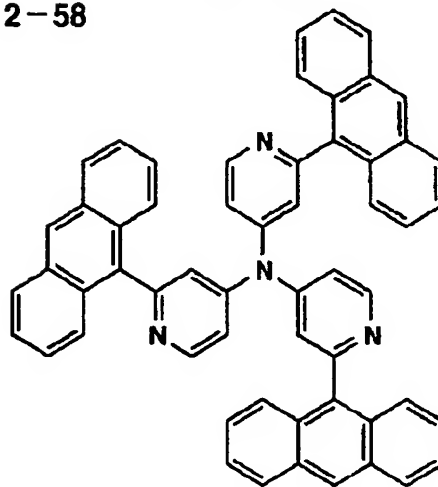
2-56



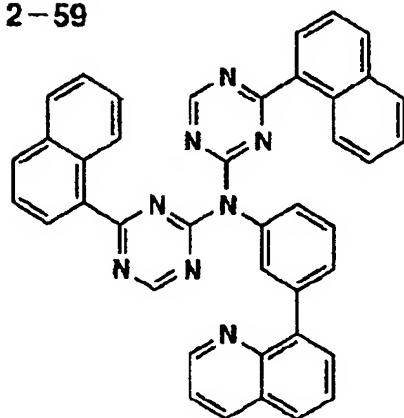
2-57



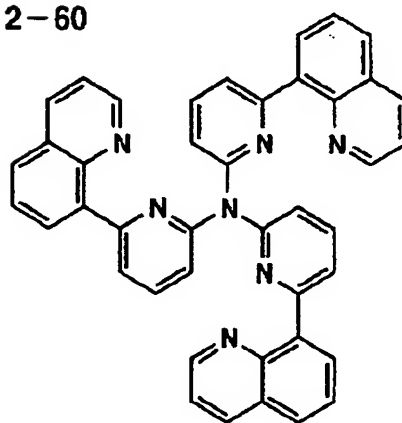
2-58



2-59



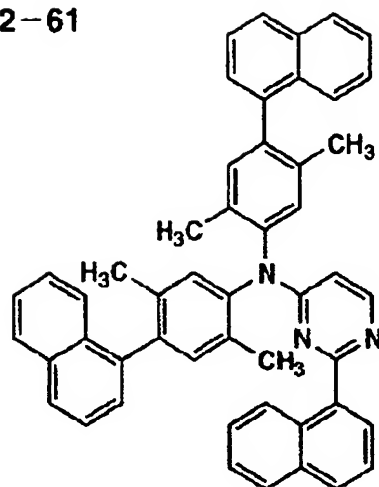
2-60



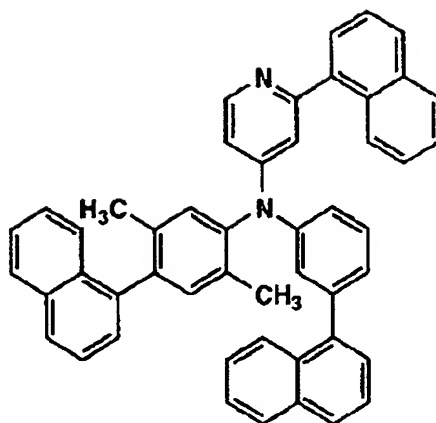
[0138]

[Formula 57]

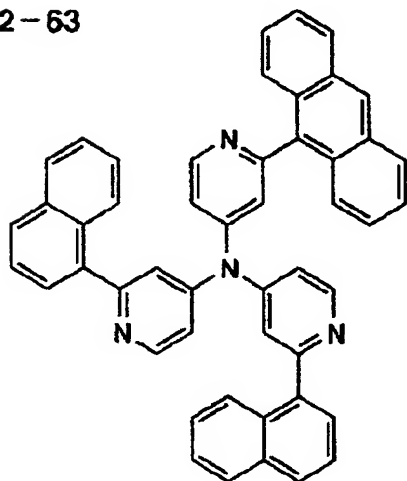
2-61



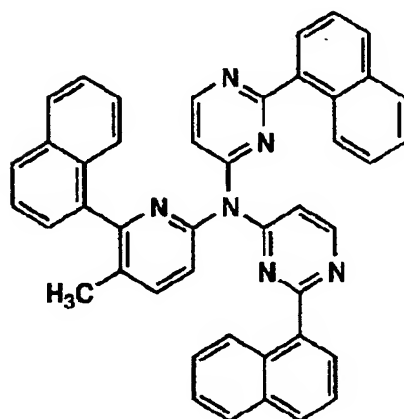
2-62



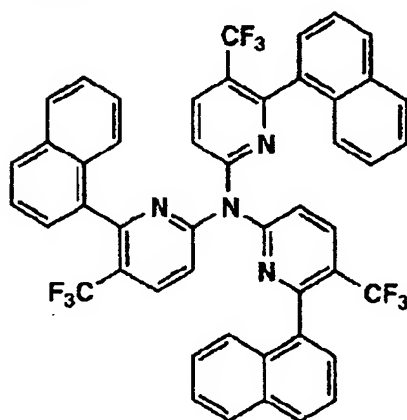
2-63



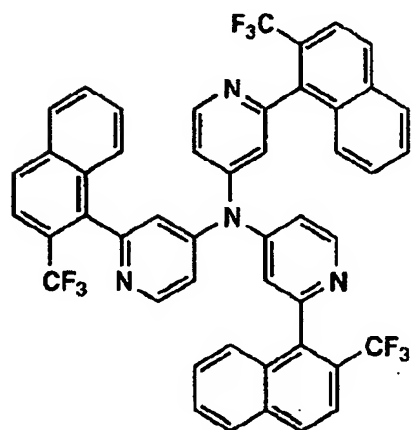
2-64



2-65



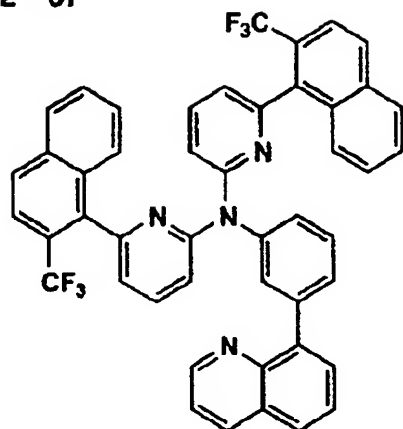
2-66



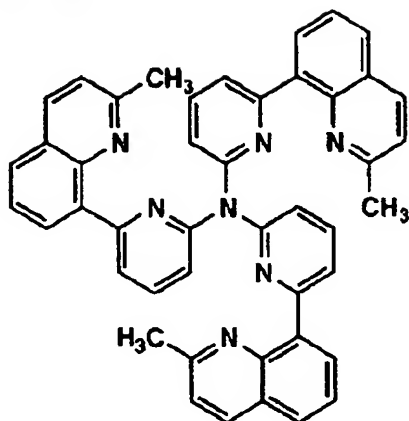
[0139]

[Formula 58]

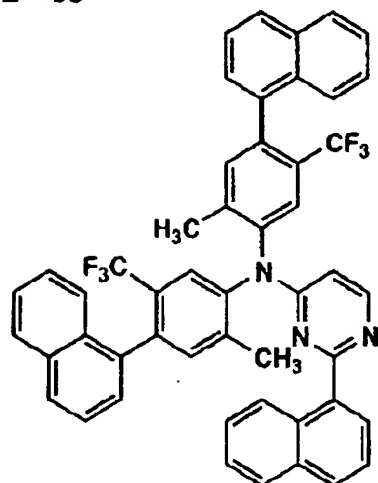
2-67



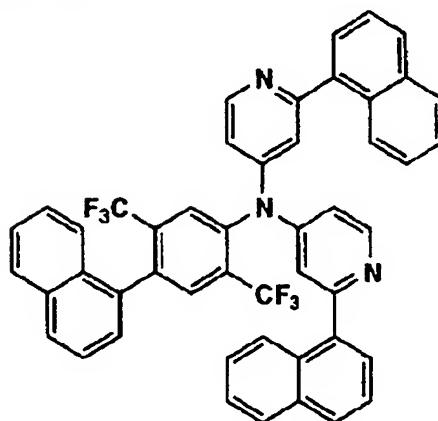
2-68



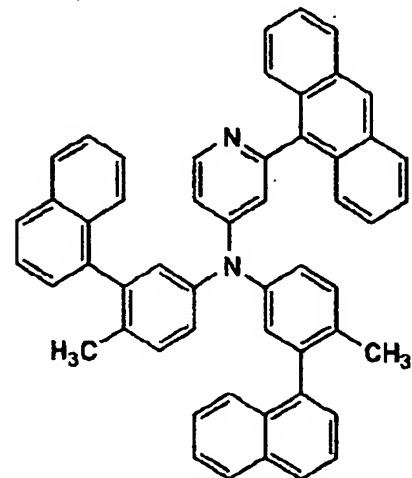
2-69



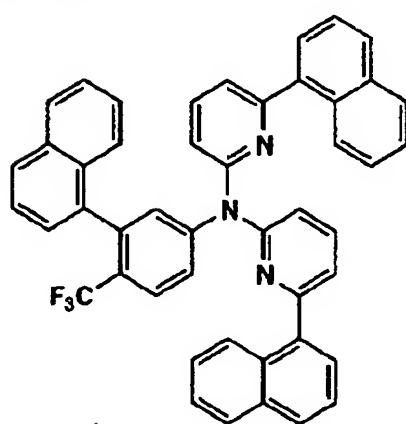
2-70



2-71

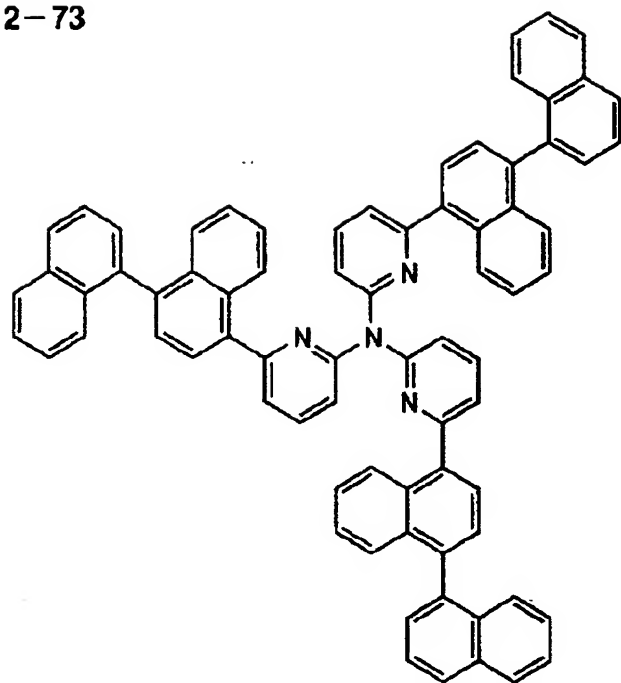


2-72

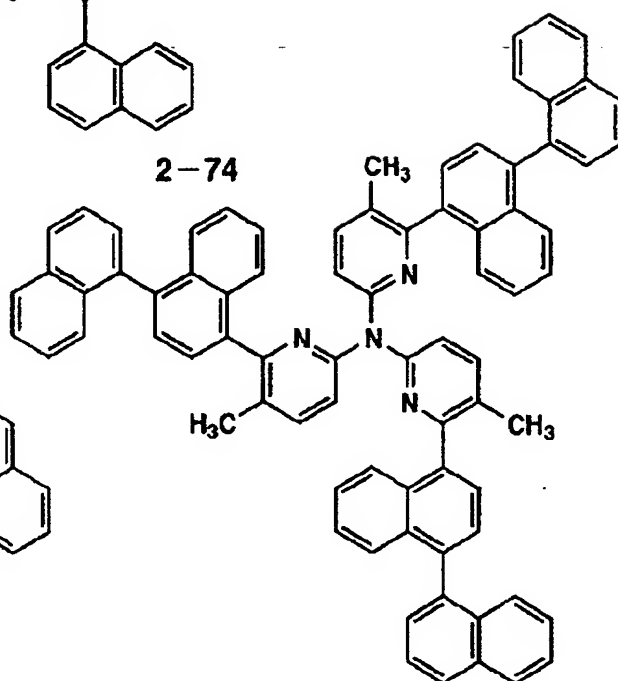


[0140]
[Formula 59]

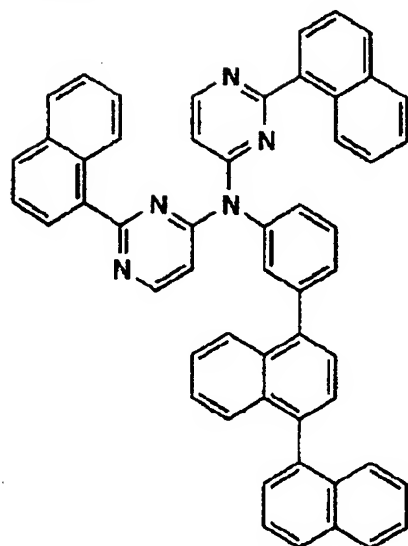
2-73



2-74

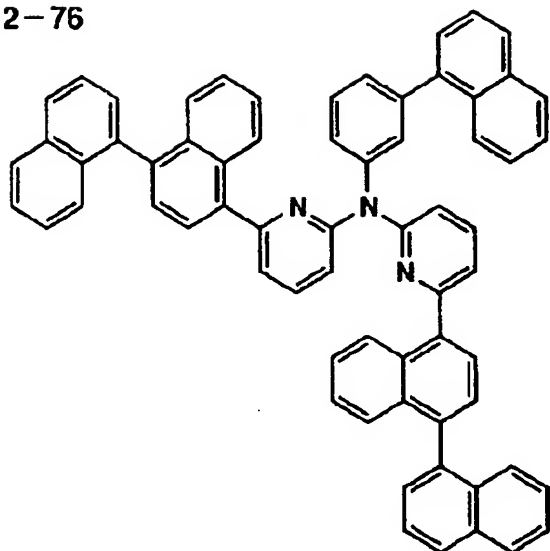


2-75

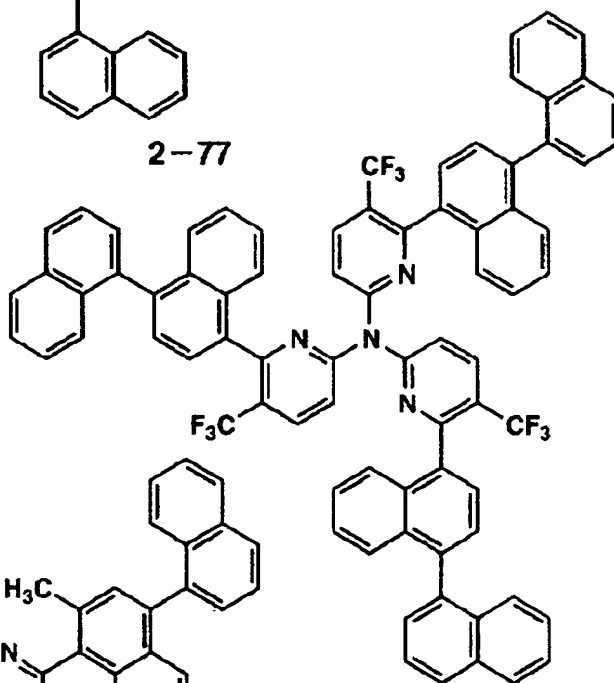


[0141]
[Formula 60]

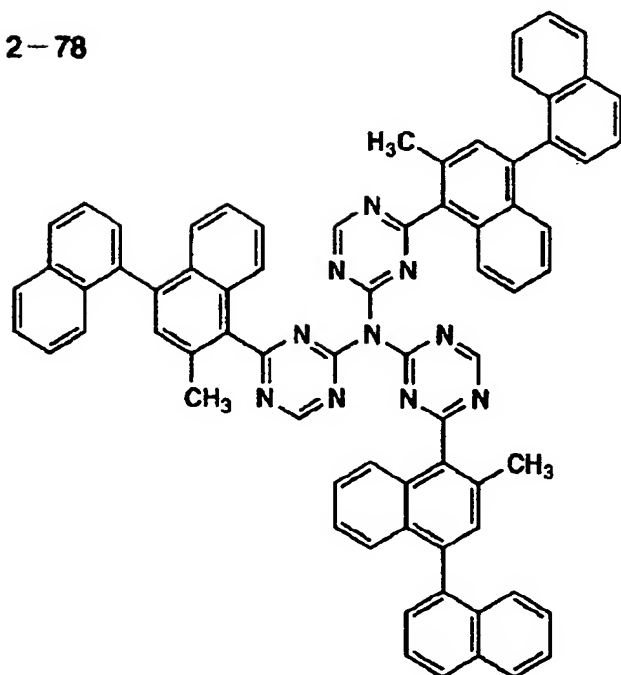
2-76



2-77



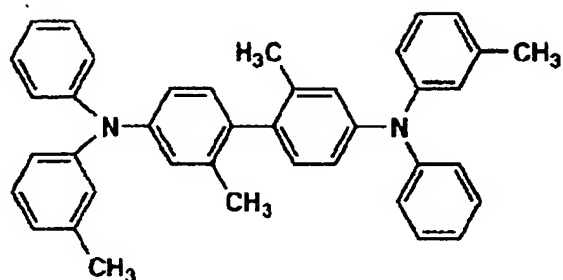
2-78



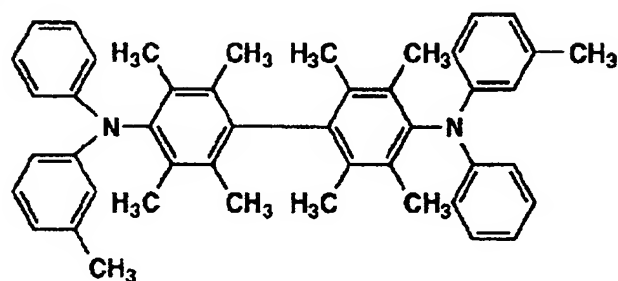
[0142]

[Formula 61]

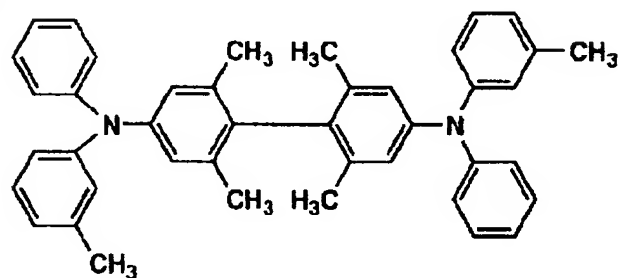
3-1



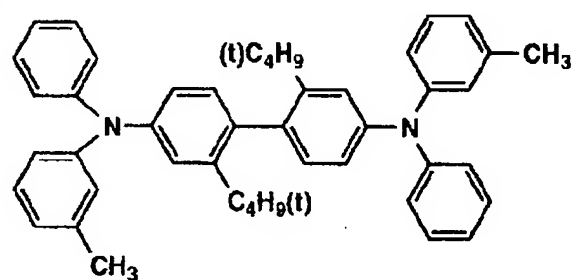
3-2



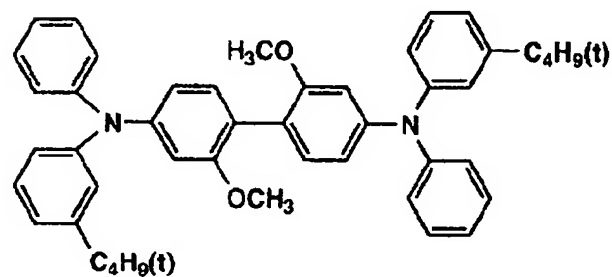
3-3



3-4



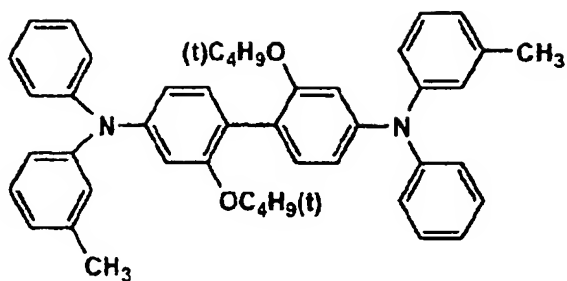
3-5



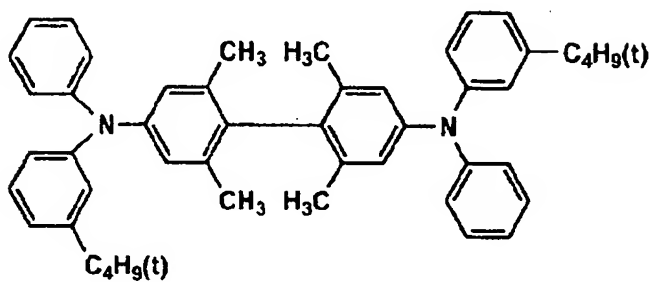
[0143]

[Formula 62]

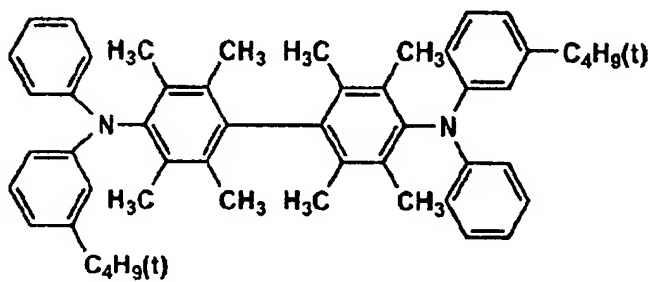
3-6



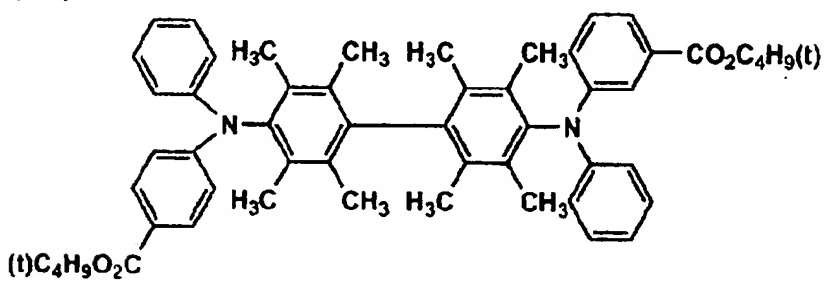
3-7



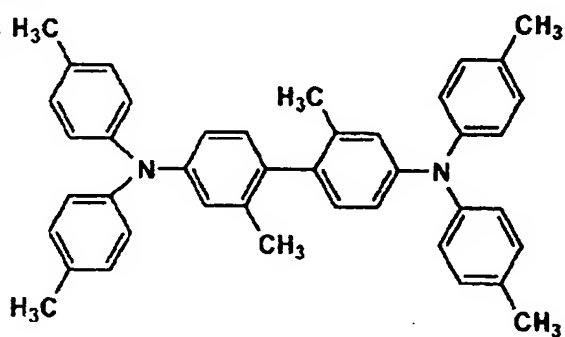
3-8



3-9



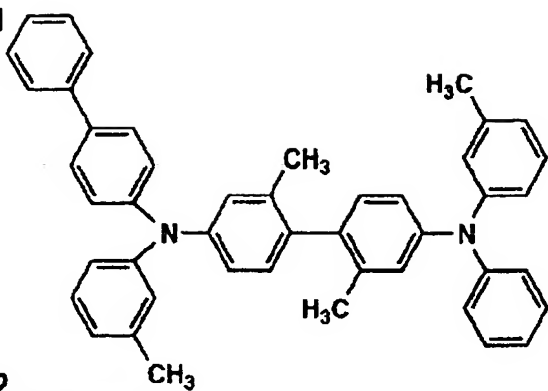
3-10



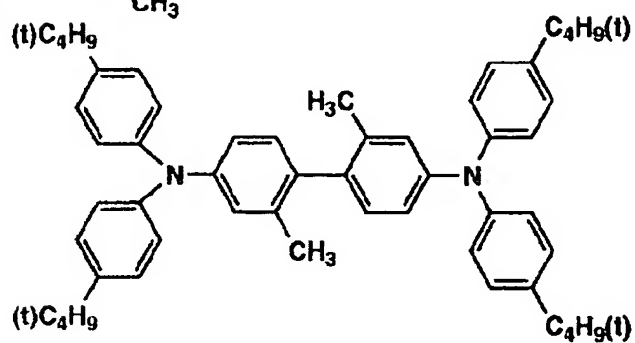
[0144]

[Formula 63]

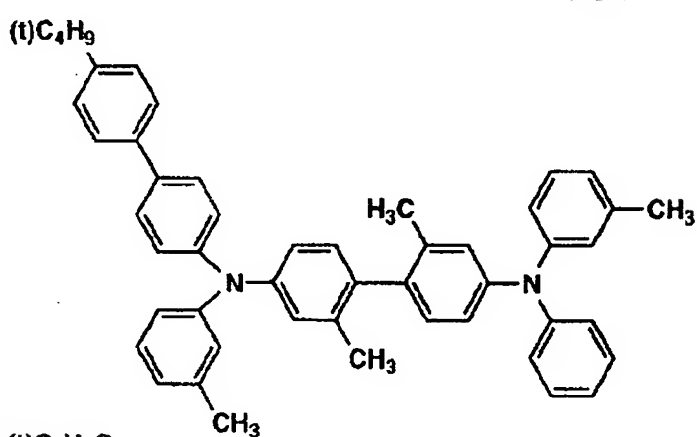
3-11



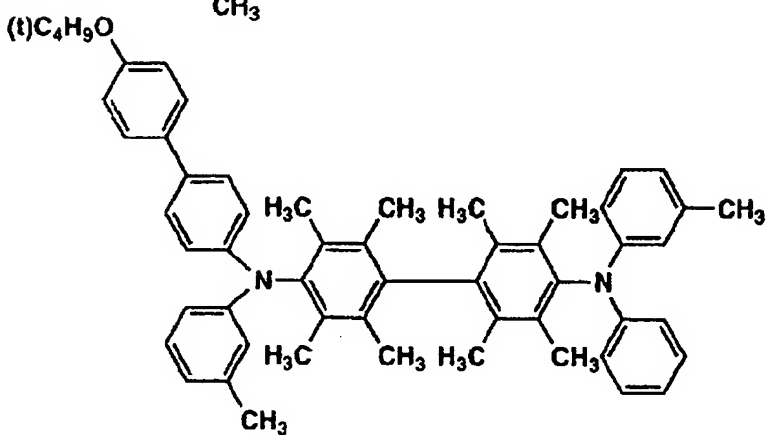
3-12



3-13



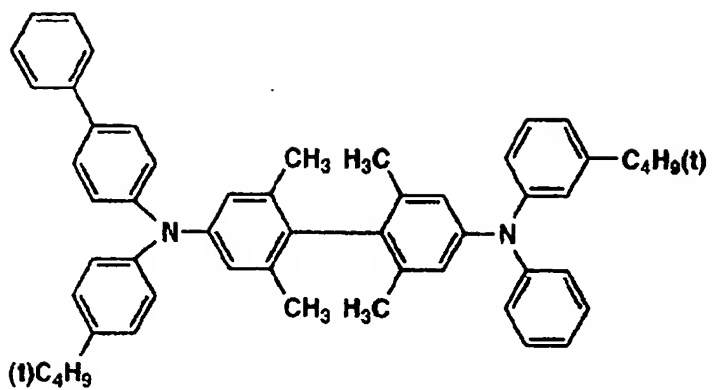
3-14



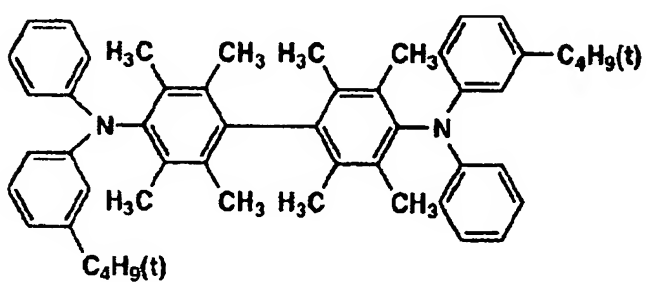
[0145]

[Formula 64]

3-15



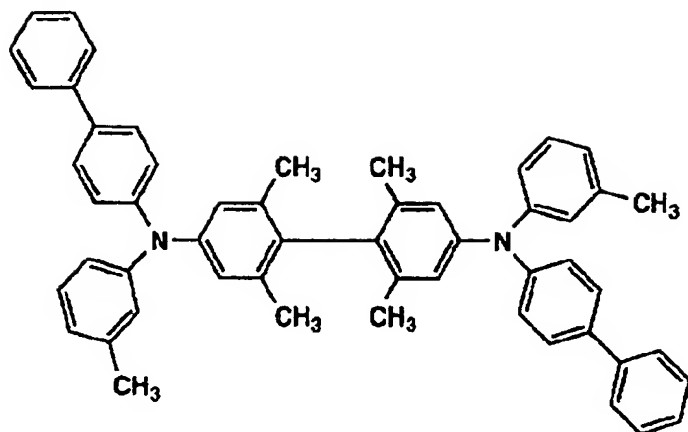
3-16



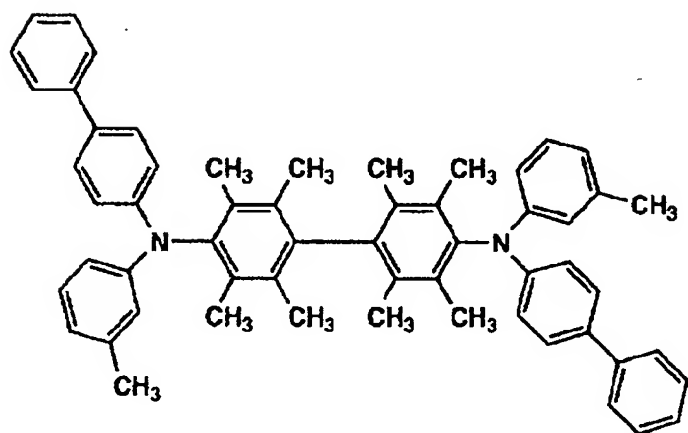
[0146]

[Formula 65]

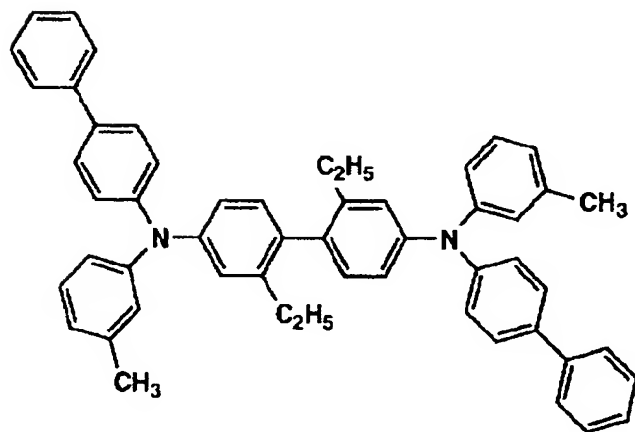
4-1



4-2



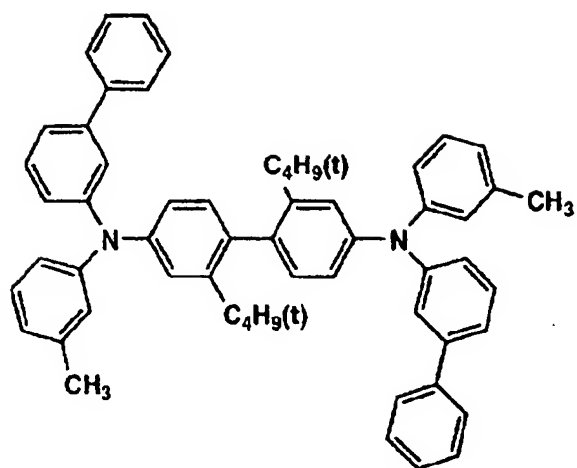
4-3



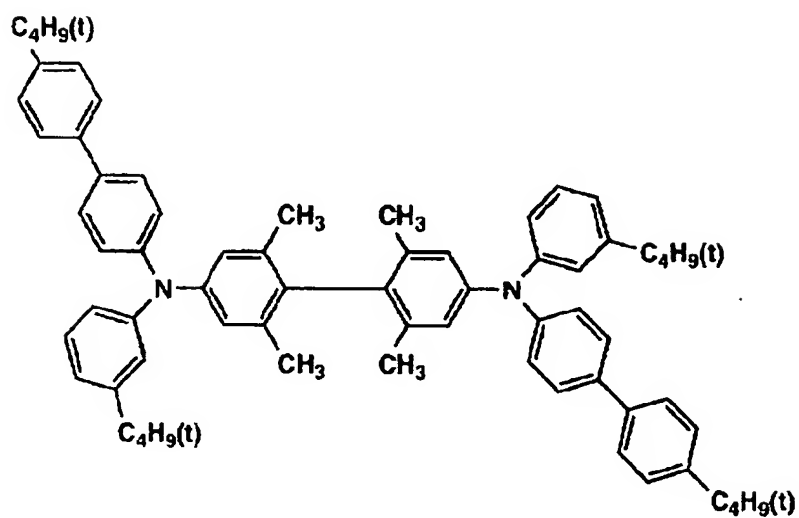
[0147]

[Formula 66]

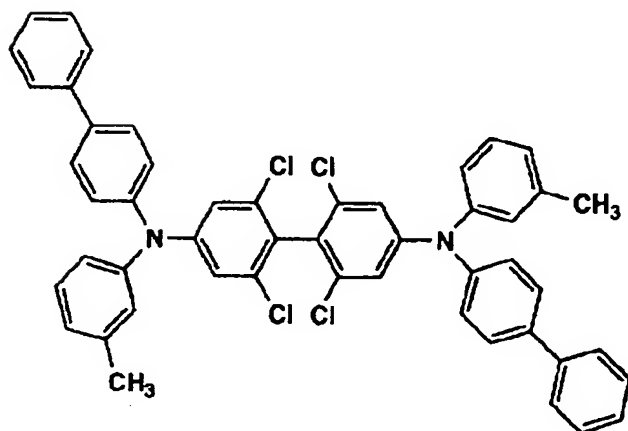
4-4



4-5



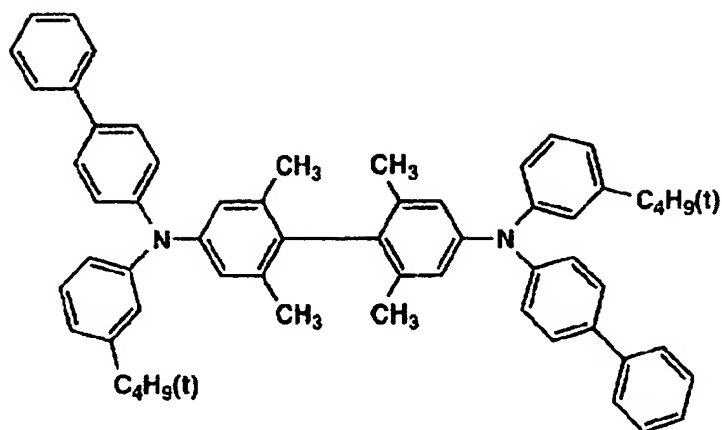
4-6



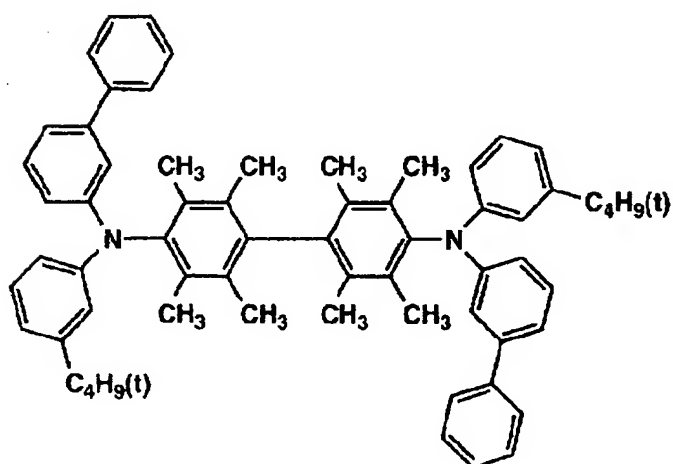
[0148]

[Formula 67]

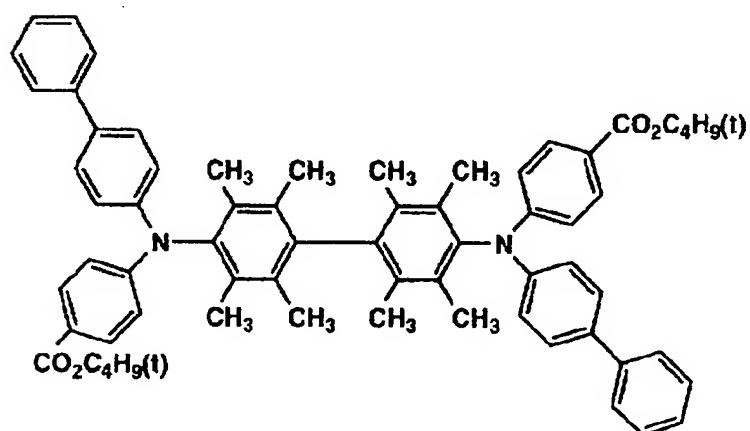
4-7



4-8



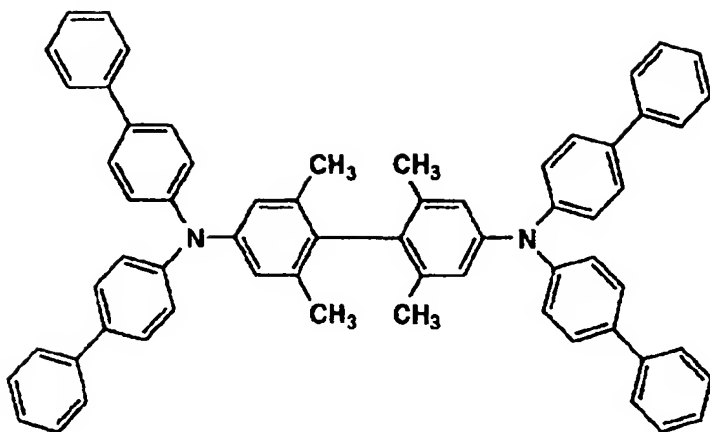
4-9



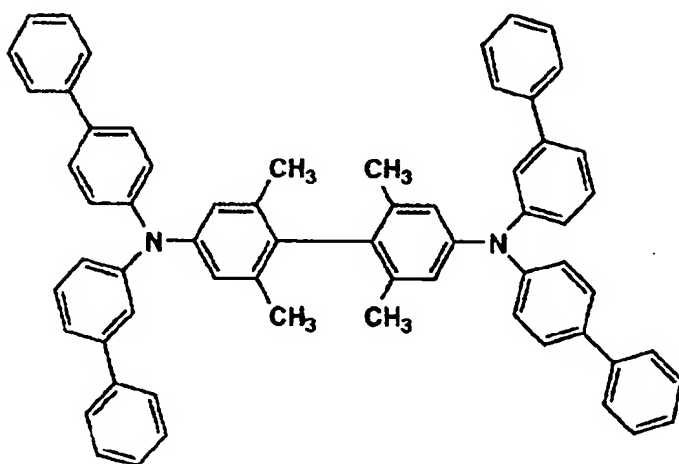
[0149]

[Formula 68]

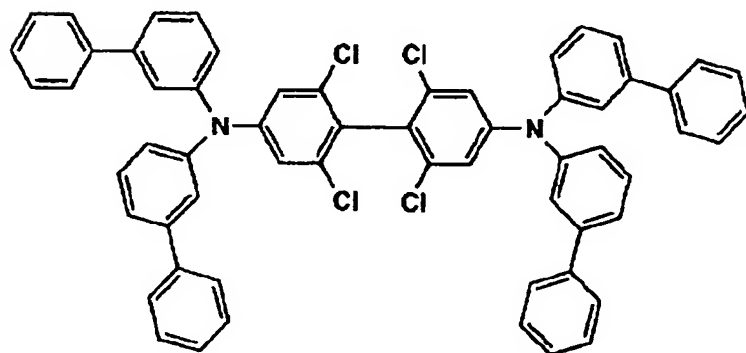
4-10



4-11



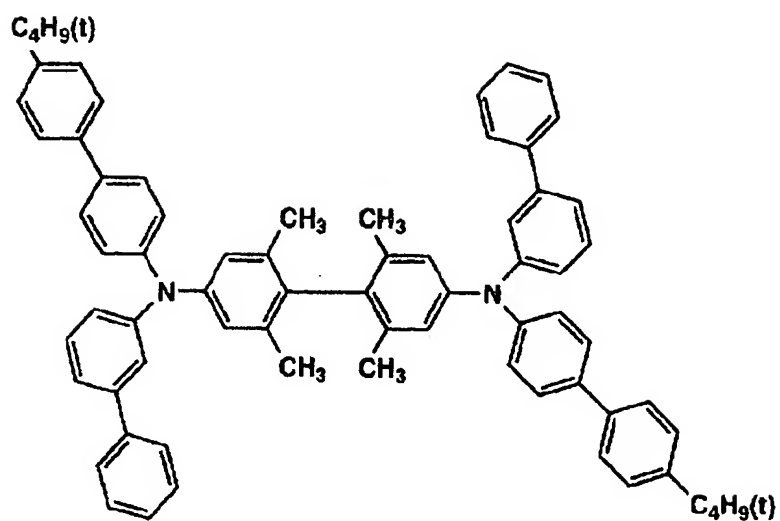
4-12



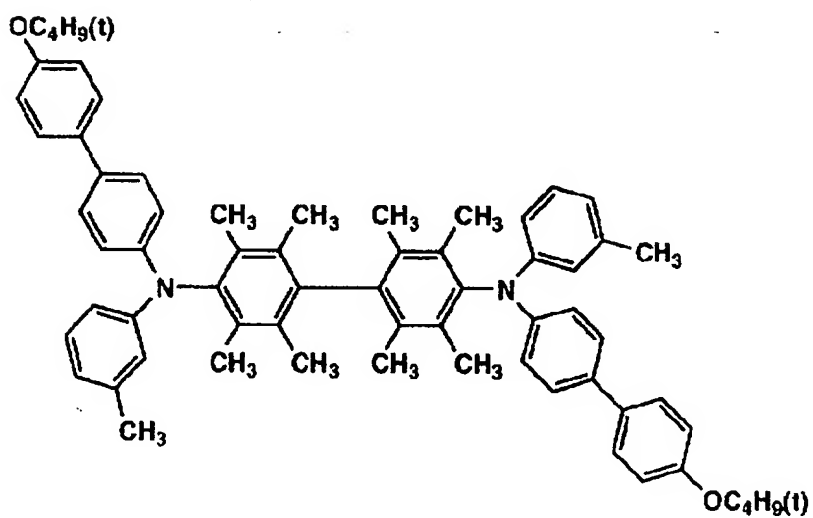
[0150]

[Formula 69]

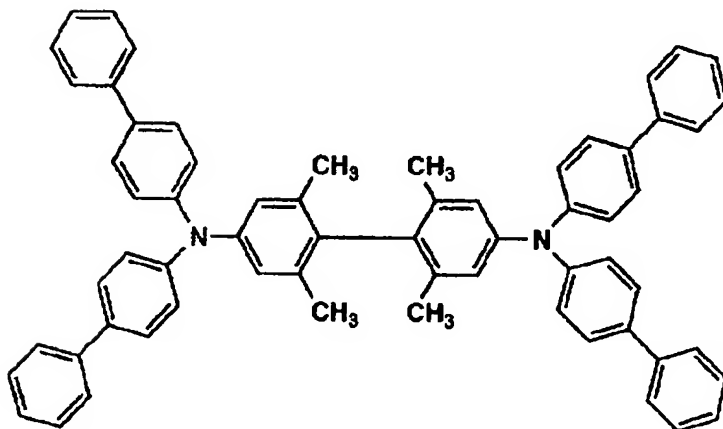
4-13



4-14



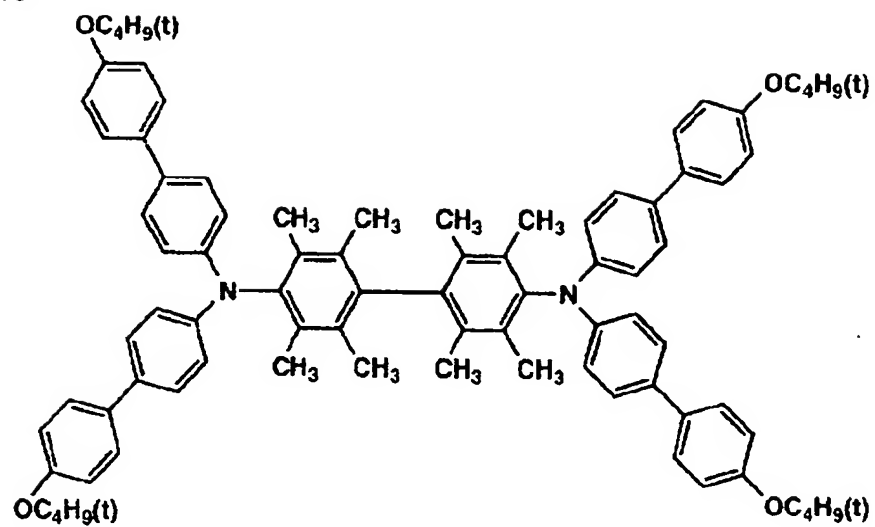
4-15



[0151]

[Formula 70]

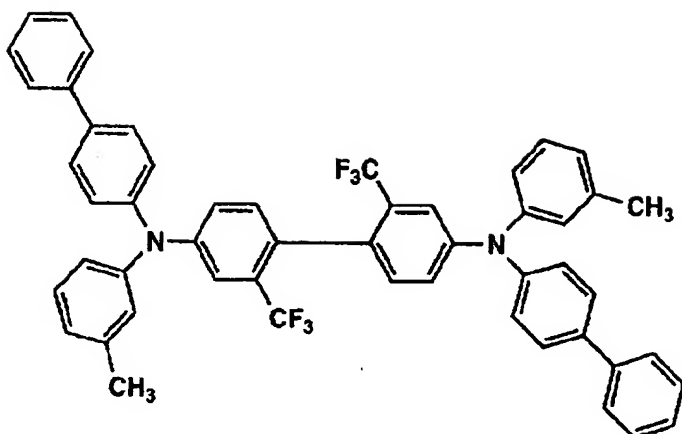
4-16



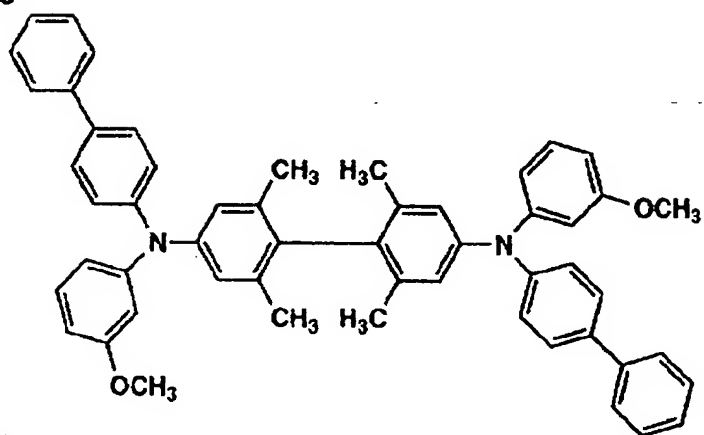
[0152]

[Formula 71]

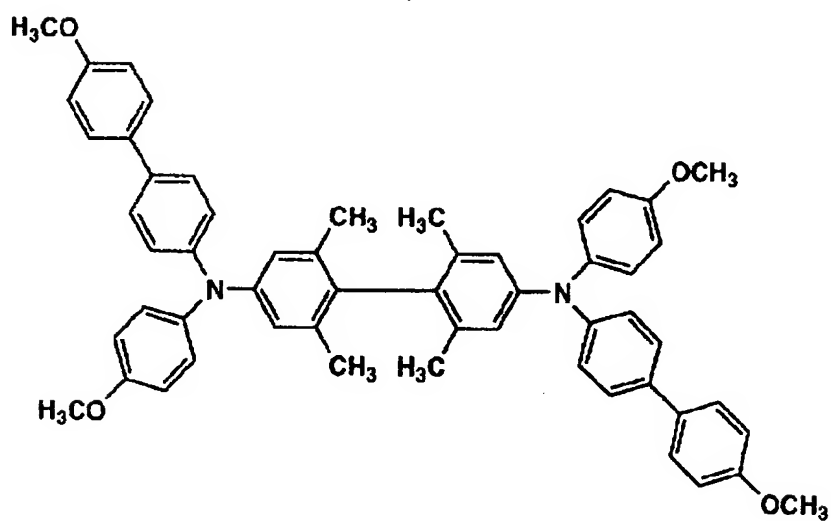
4-17



4-18



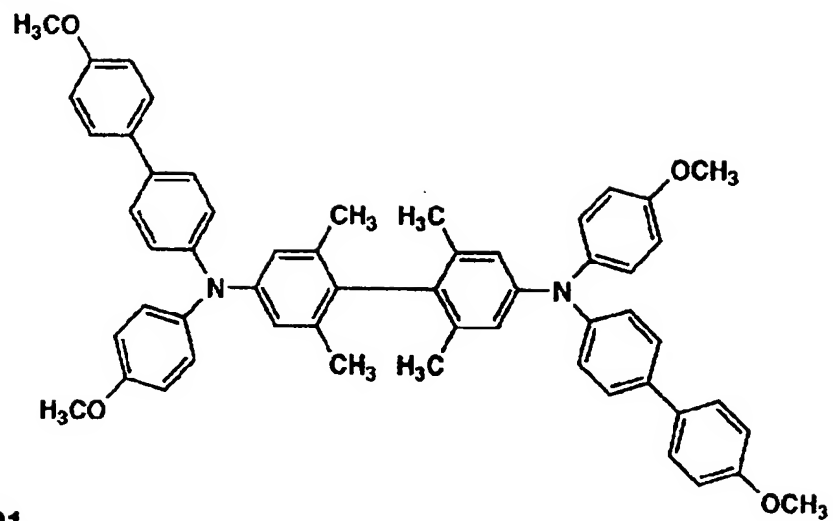
4-19



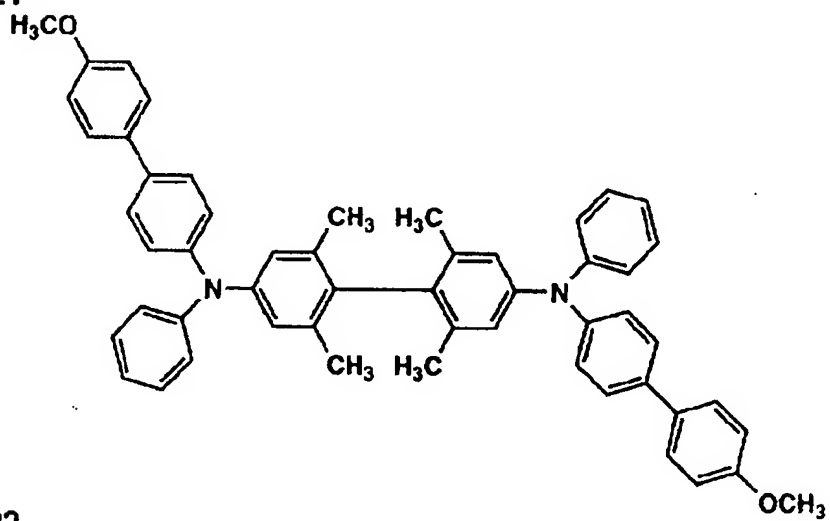
[0153]

[Formula 72]

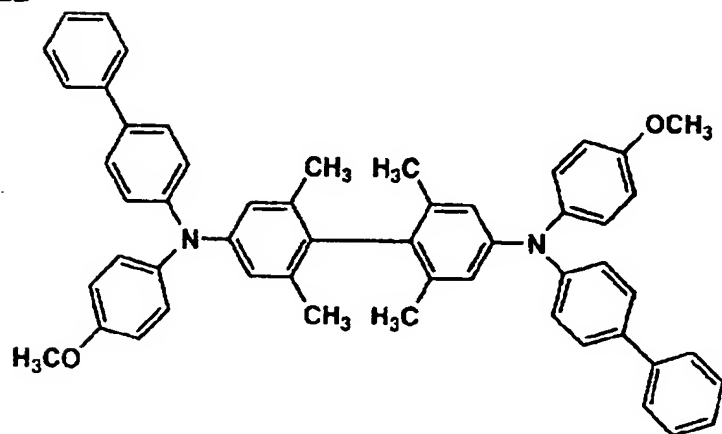
4-20



4-21



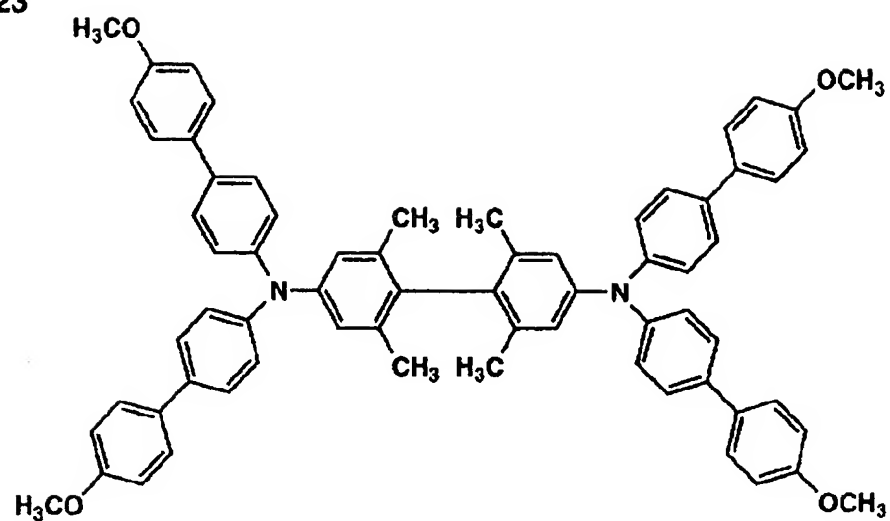
4-22



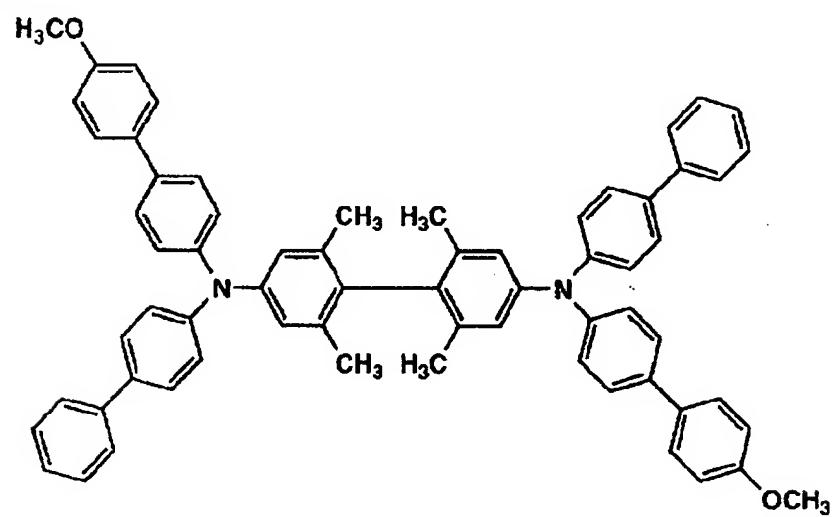
[0154]

[Formula 73]

4-23



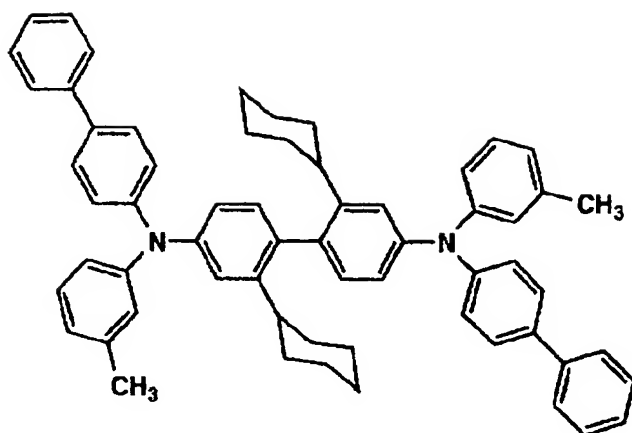
4-24



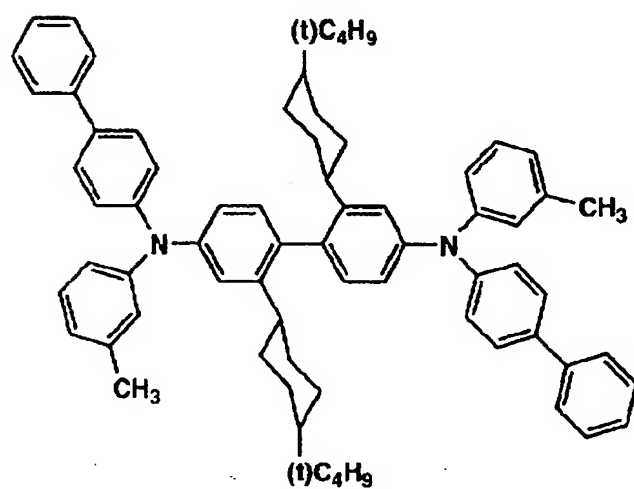
[0155]

[Formula 74]

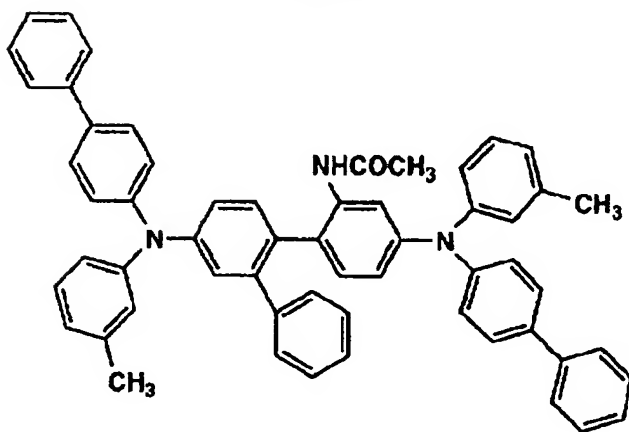
5-1



5-2



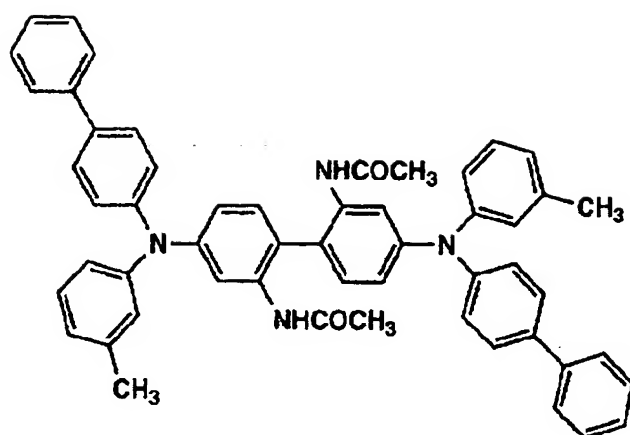
5-3



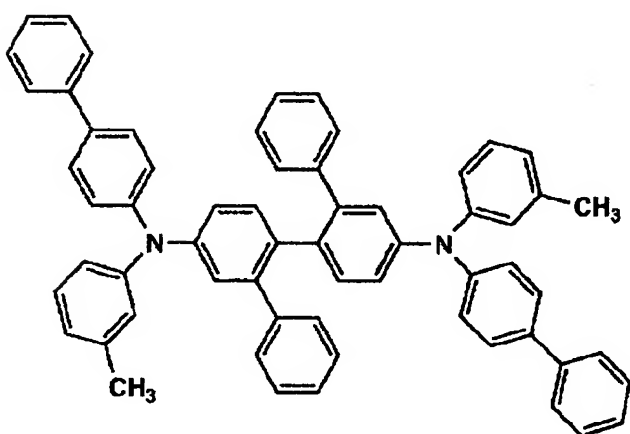
[0156]

[Formula 75]

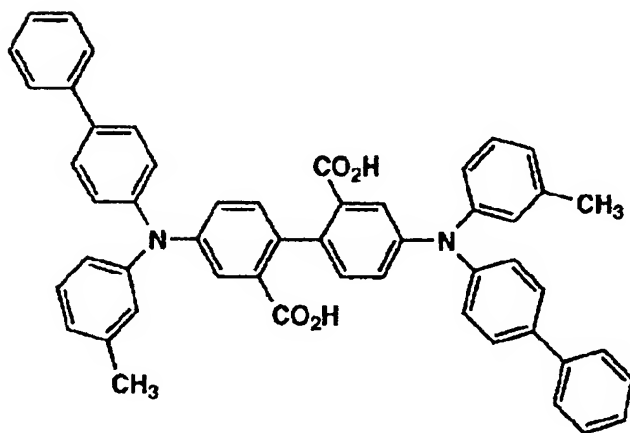
5-4



5-5



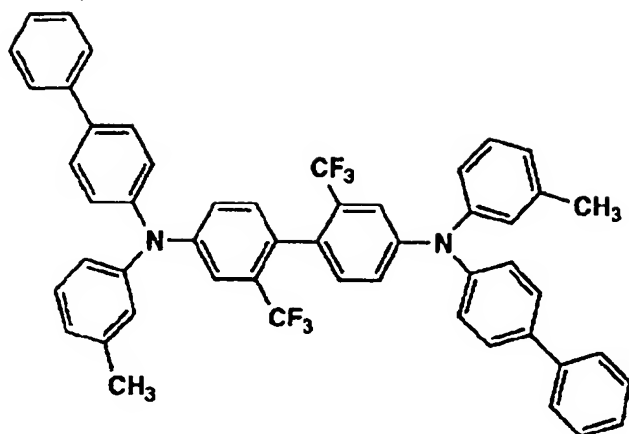
5-6



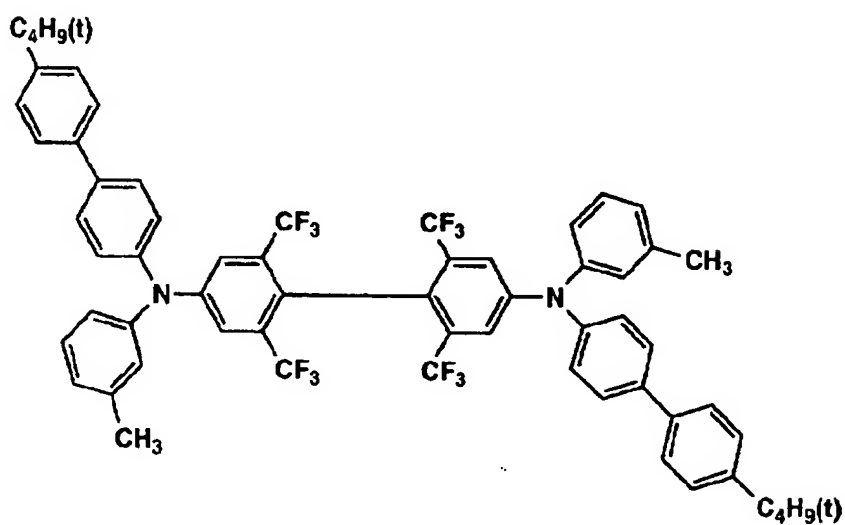
[0157]

[Formula 76]

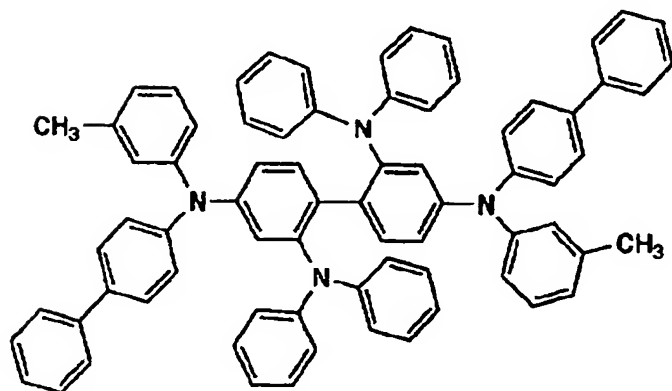
5-7



5-8



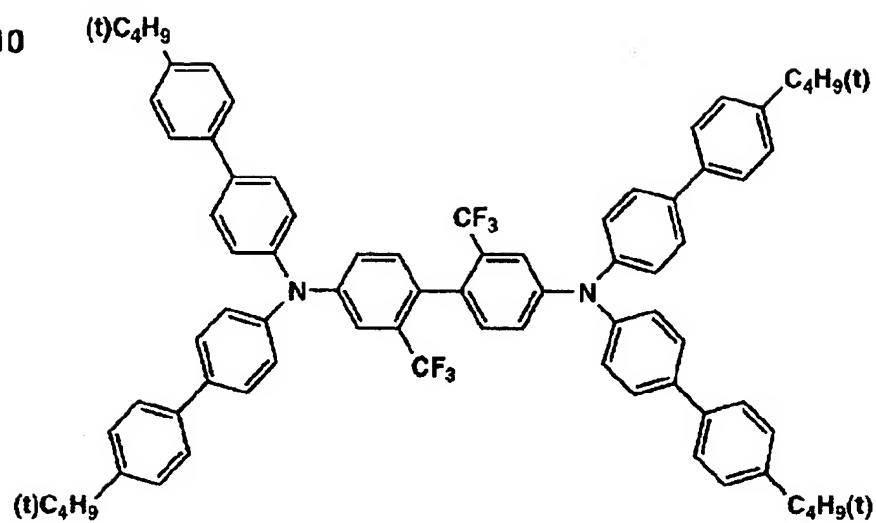
5-9



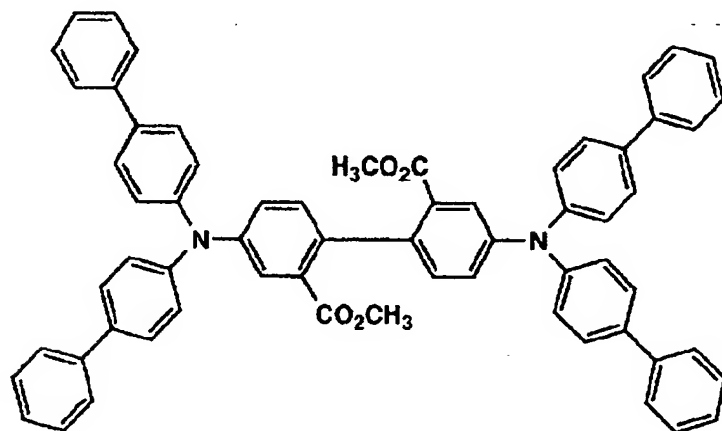
[0158]

[Formula 77]

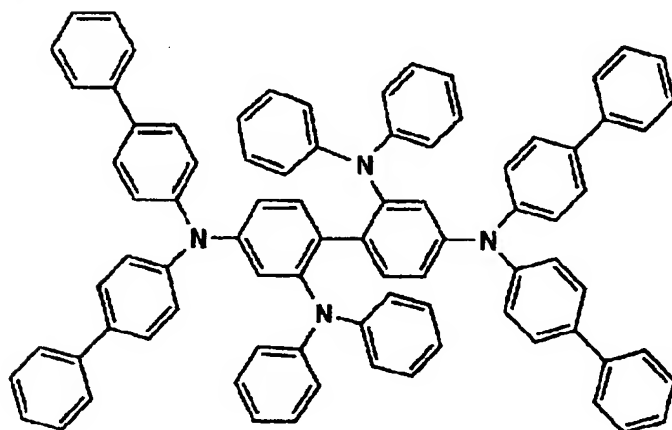
5-10



5-11



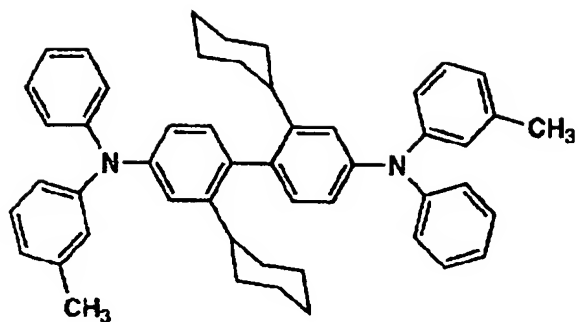
5-12



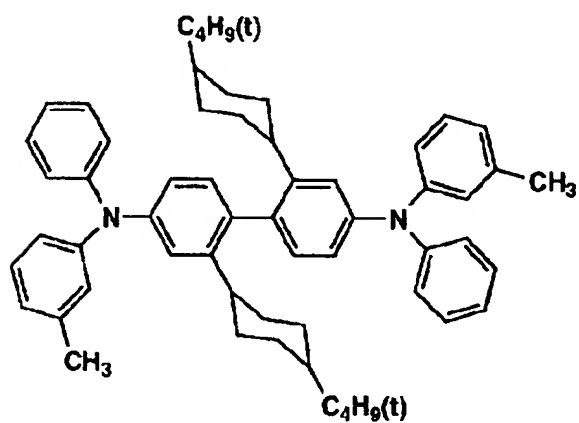
[0159]

[Formula 78]

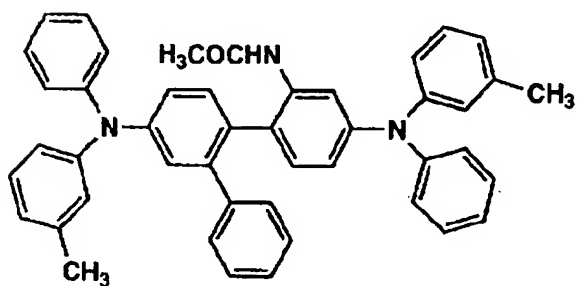
5-13



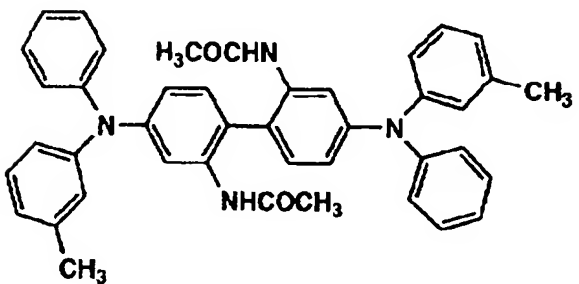
5-14



5-15



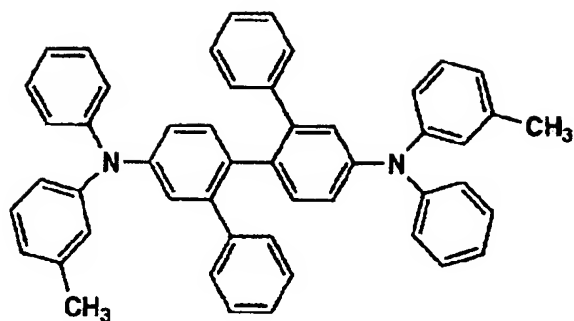
5-16



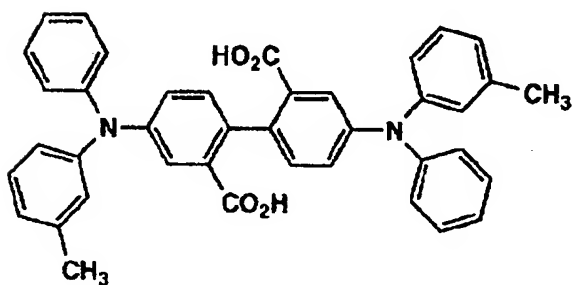
[0160]

[Formula 79]

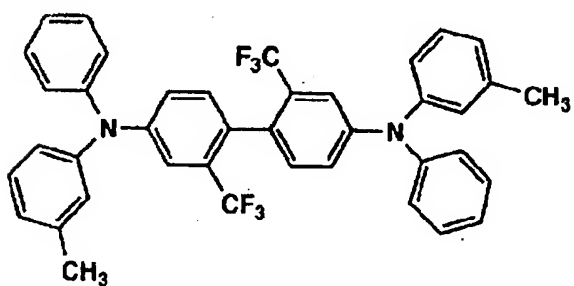
5-17



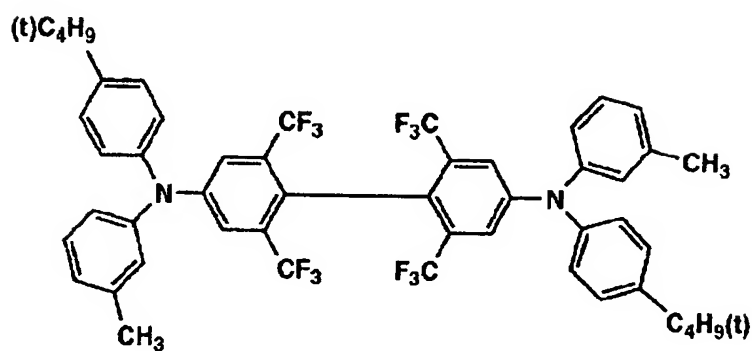
5-18



5-19



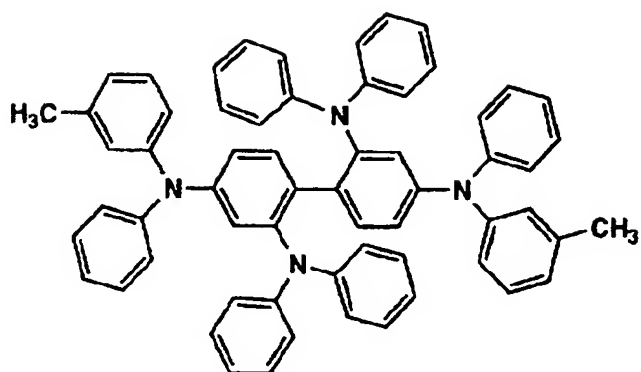
5-20



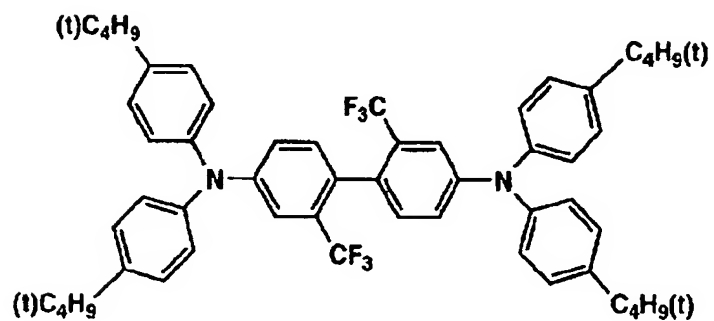
[0161]

[Formula 80]

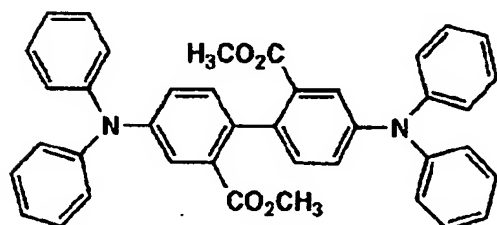
5-21



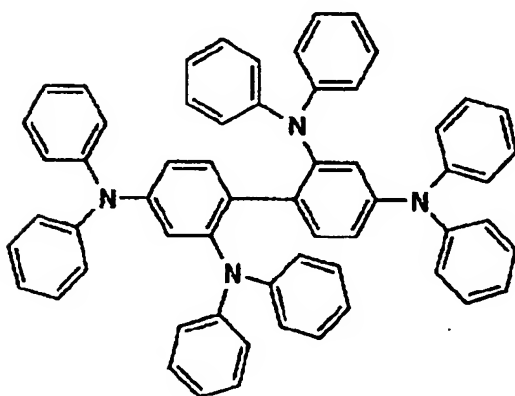
5-22



5-23



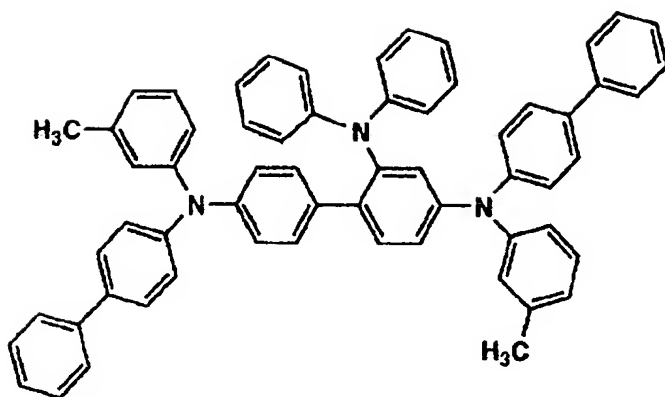
5-24



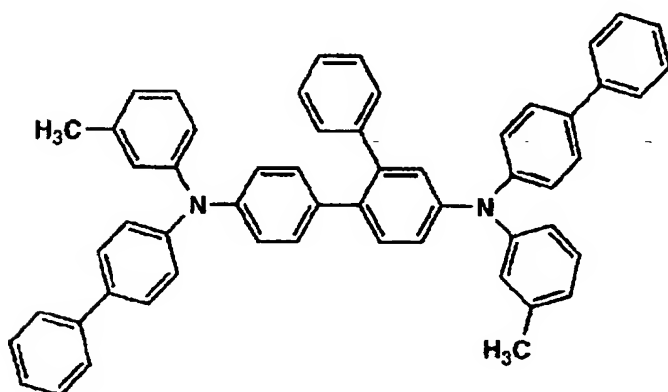
[0162]

[Formula 81]

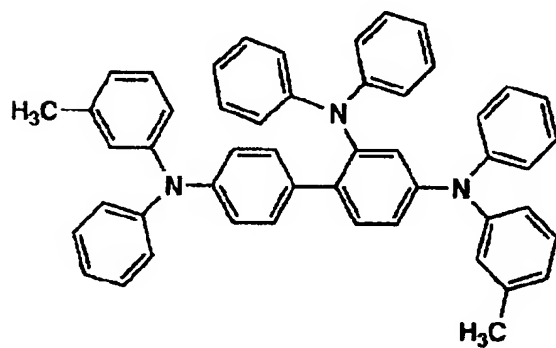
5-25



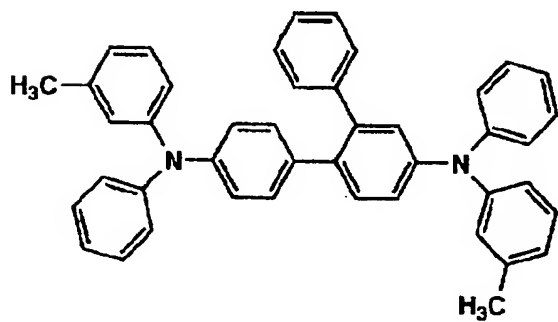
5-26



5-27



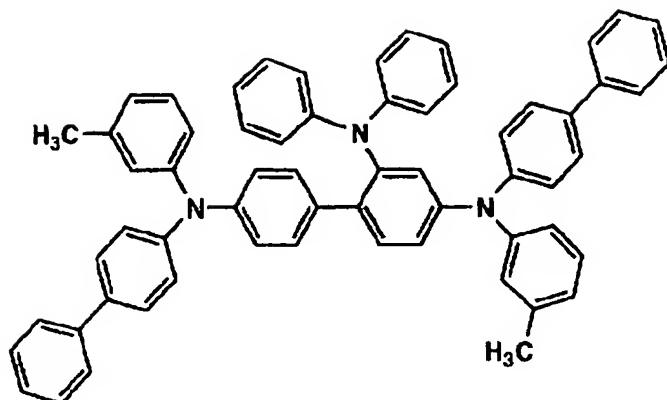
5-28



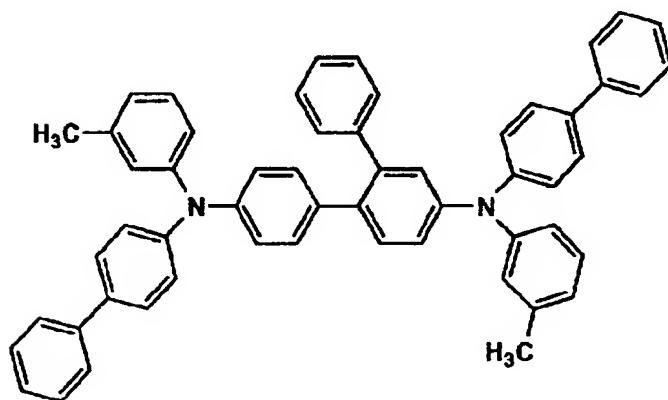
[0163]

[Formula 82]

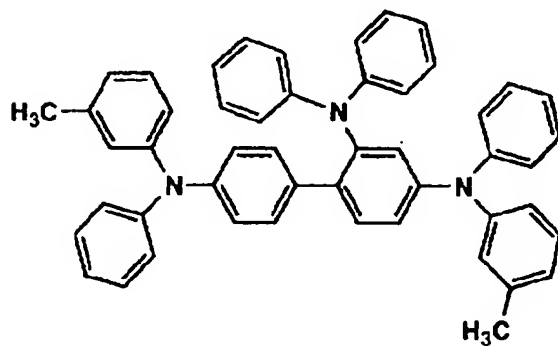
5-29



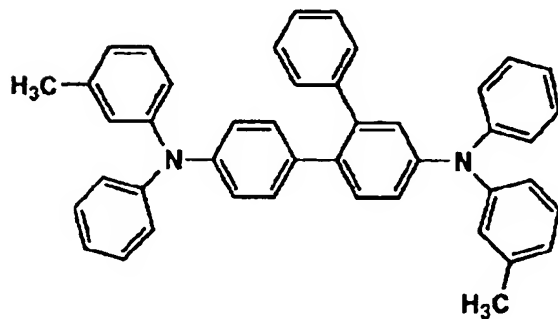
5-30



5-31

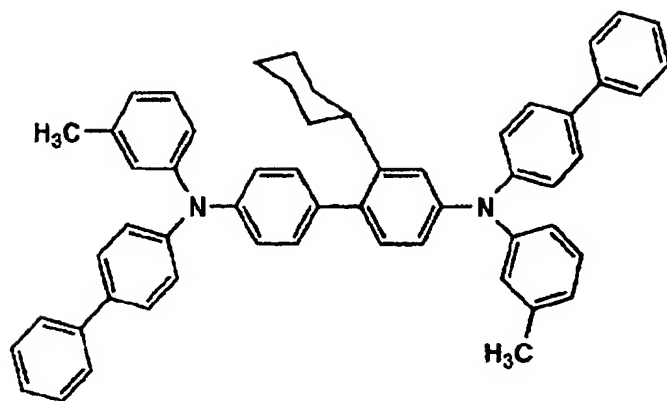


5-32

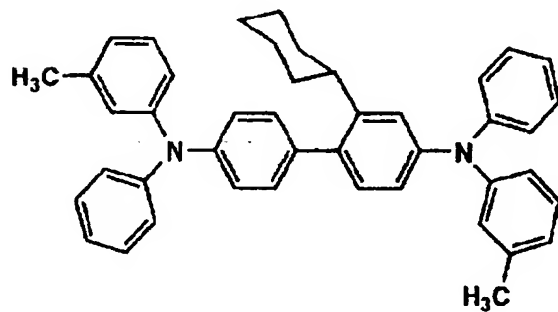


[0164]
[Formula 83]

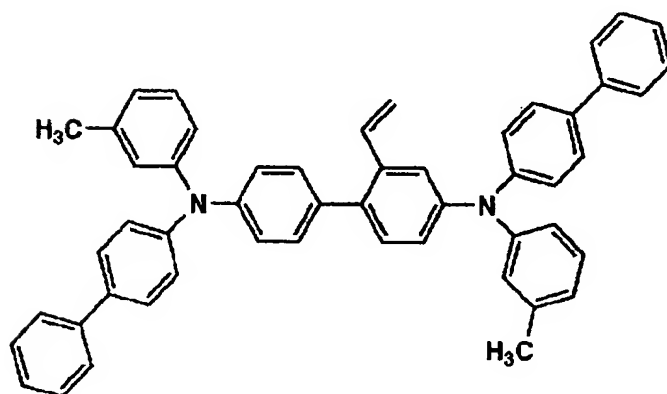
5-33



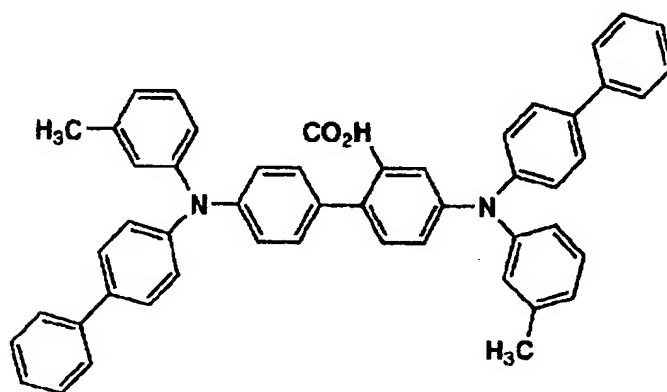
5-34



5-35

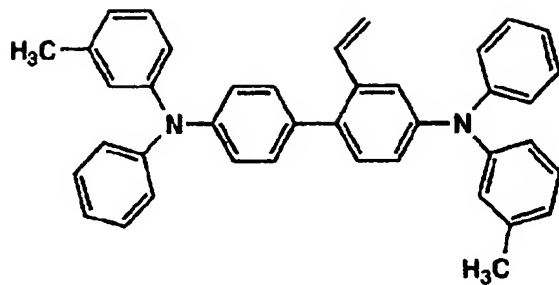


5-36

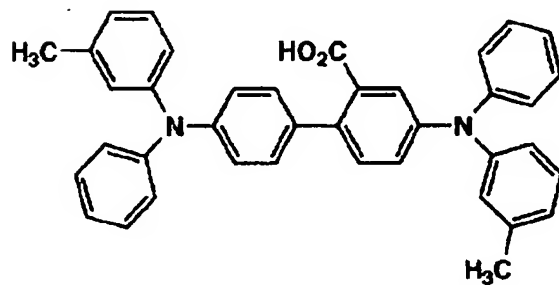


[0165]
[Formula 84]

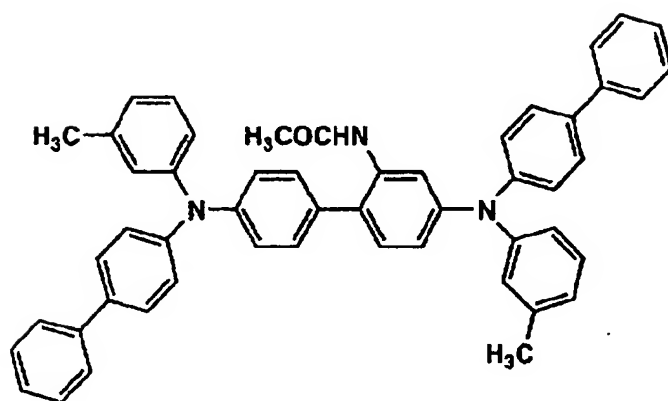
5-37



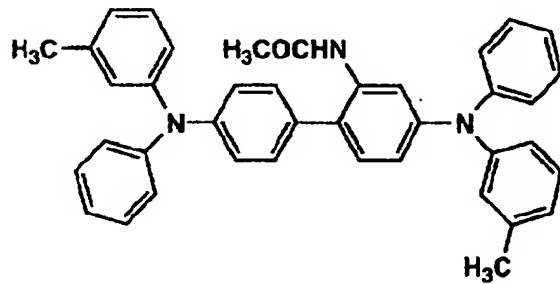
5-38



5-39



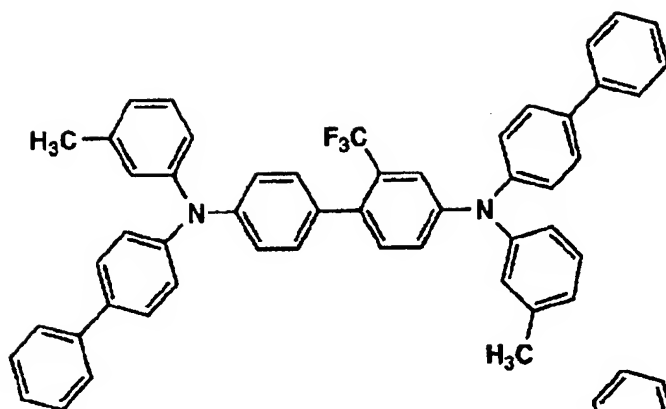
5-40



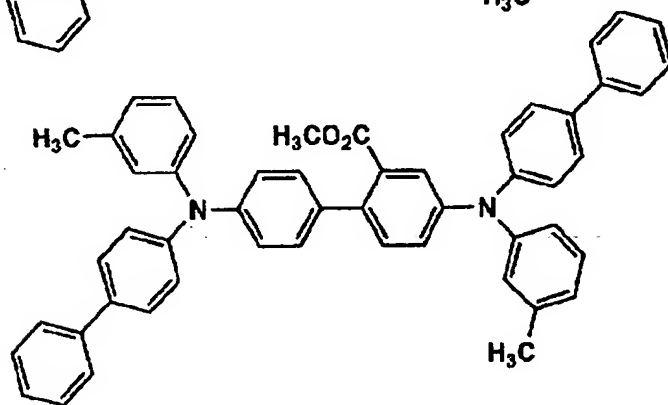
[0166]

[Formula 85]

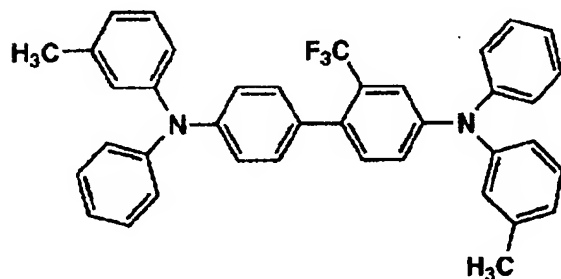
5-41



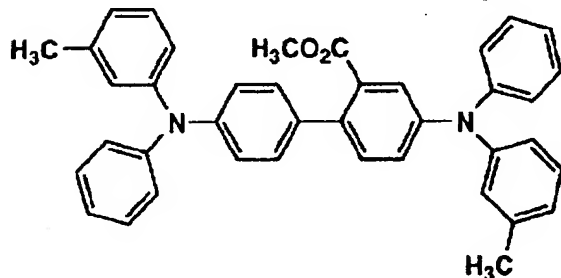
5-42



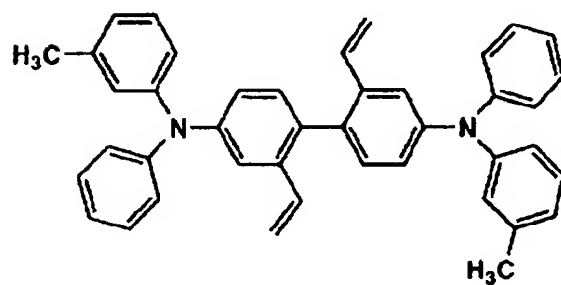
5-43



5-44

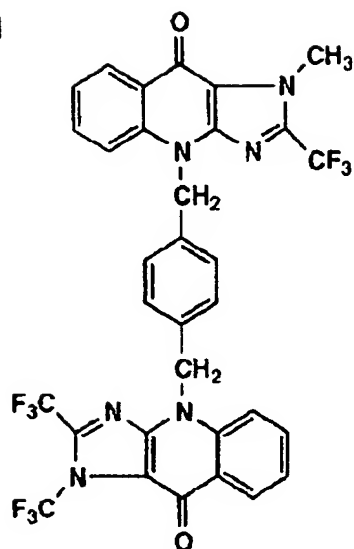


5-45

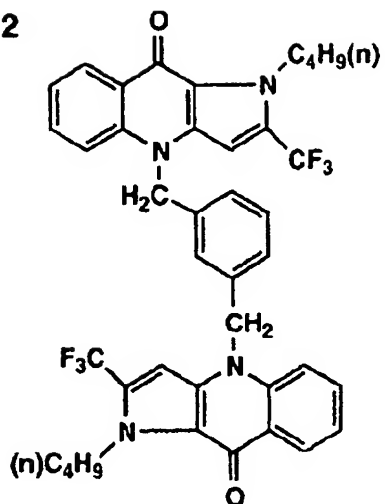


[0167]
[Formula 86]

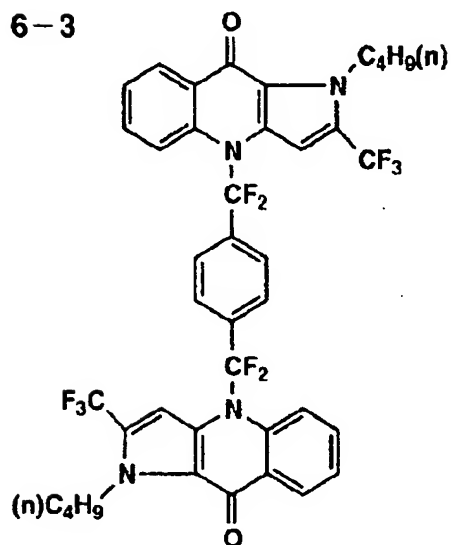
6-1



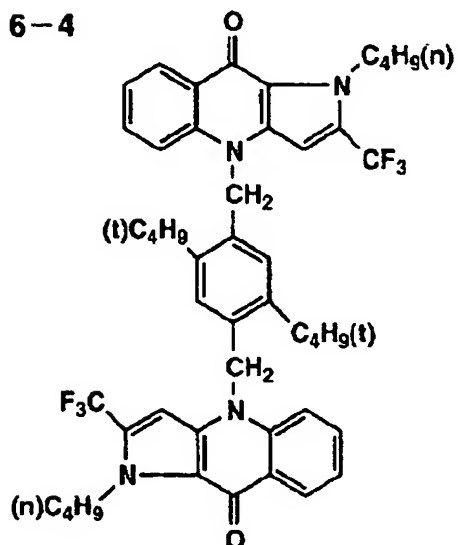
6-2



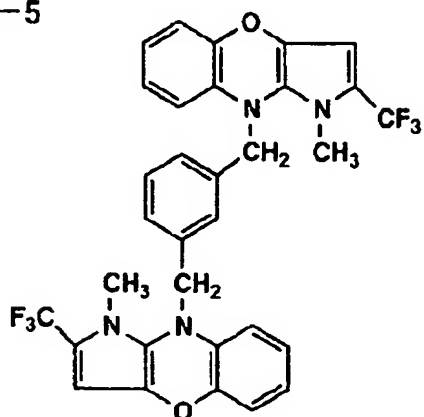
6-3



6-4



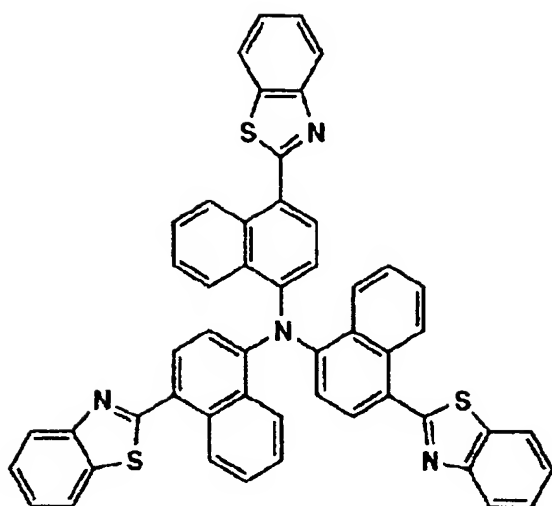
6-5



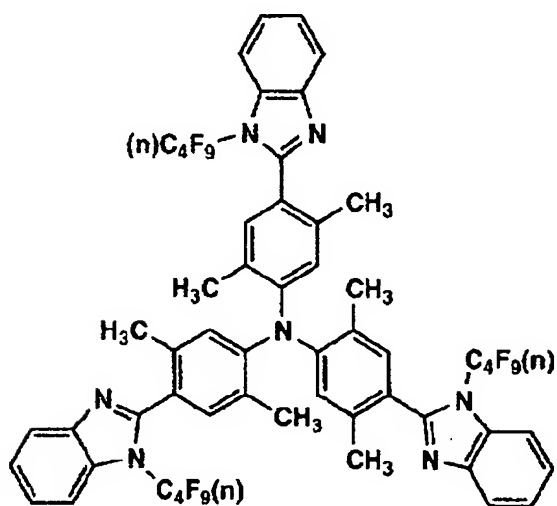
[0168]

[Formula 87]

6-6



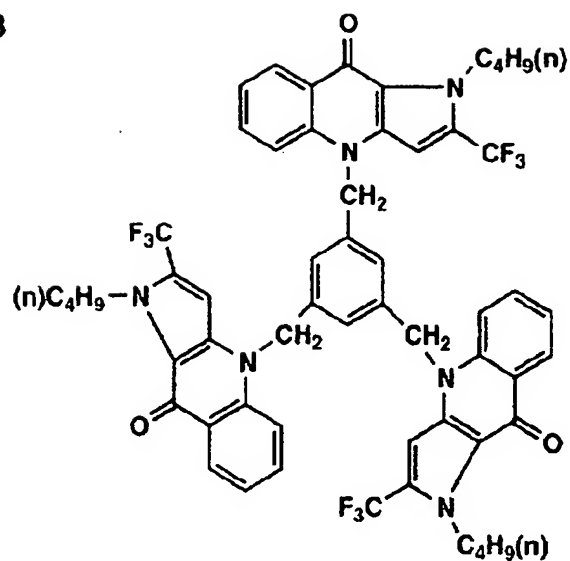
6-7



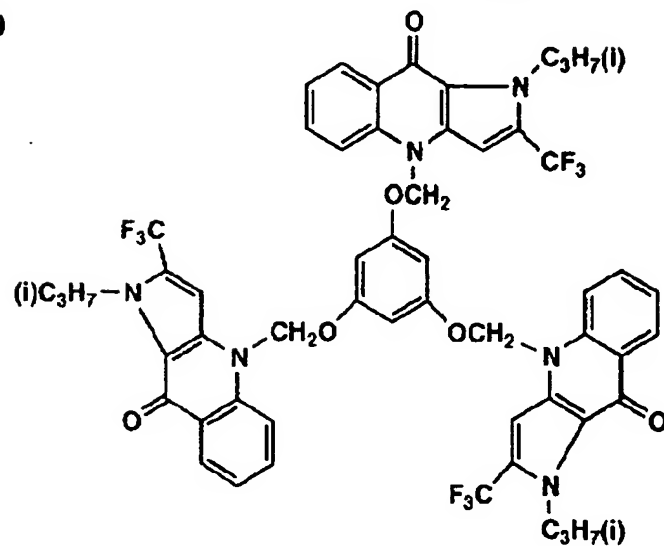
[0169]

[Formula 88]

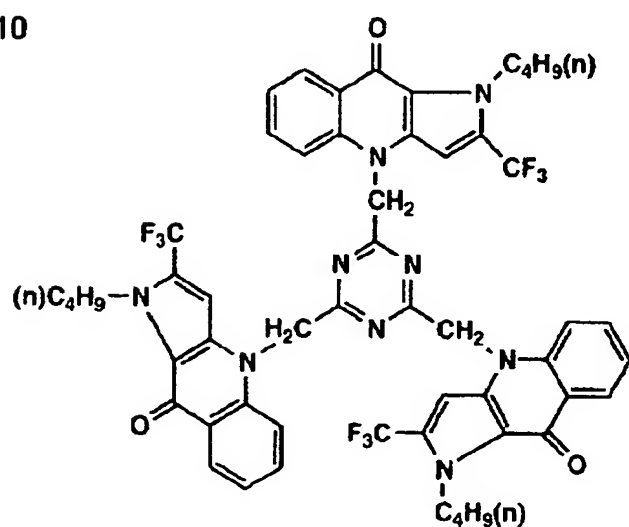
6-8



6-9



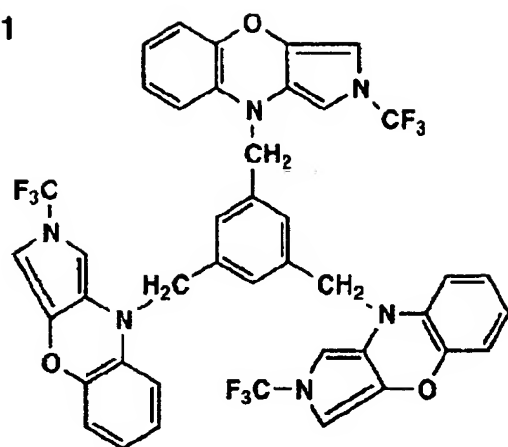
6-10



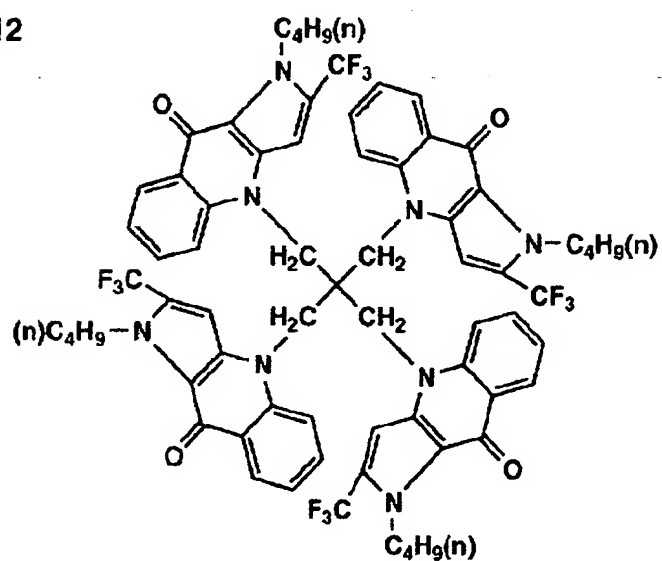
[0170]

[Formula 89]

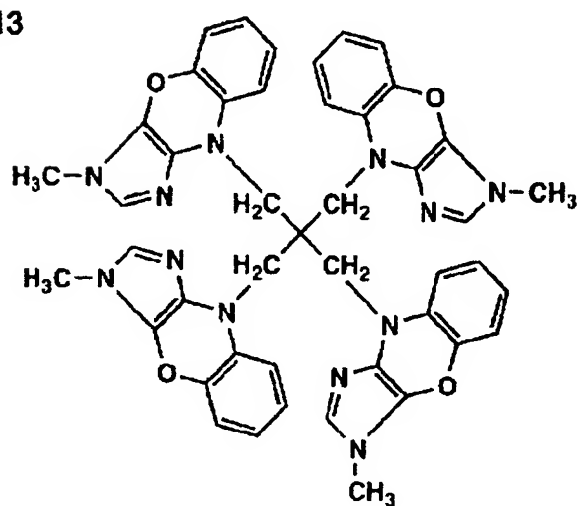
6-11



6-12

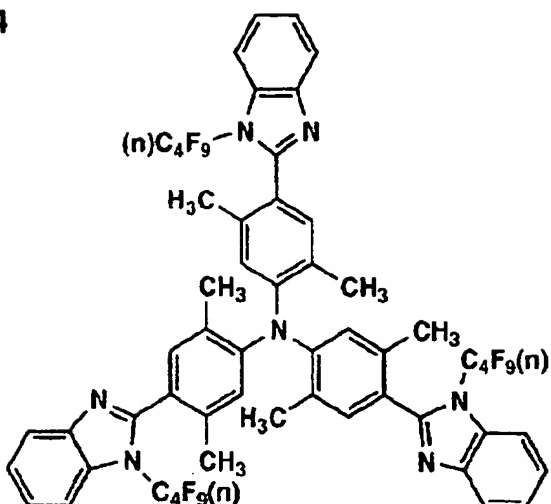


6-13

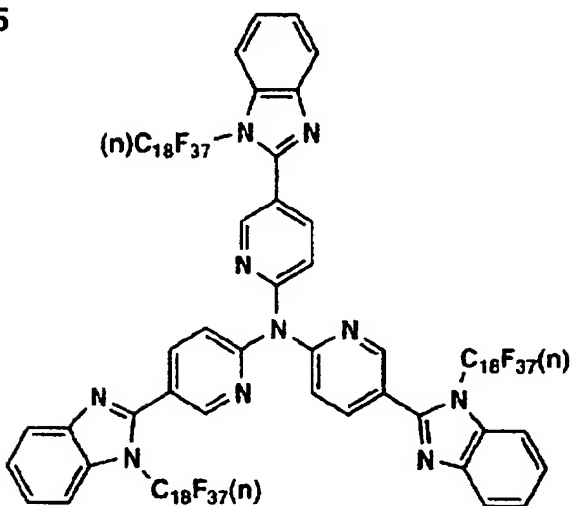


[0171]
[Formula 90]

6-14



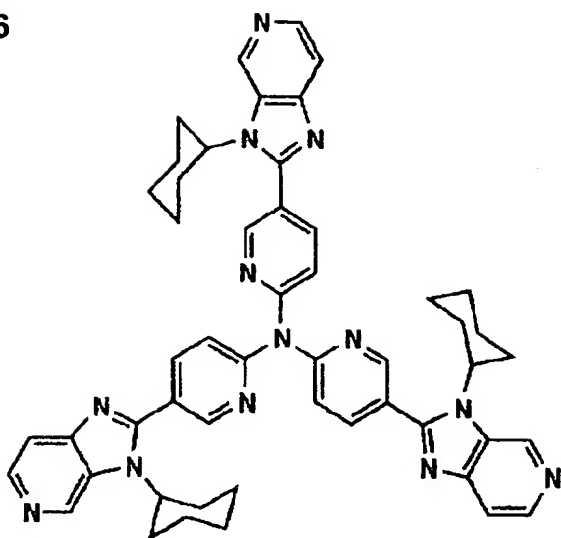
6-15



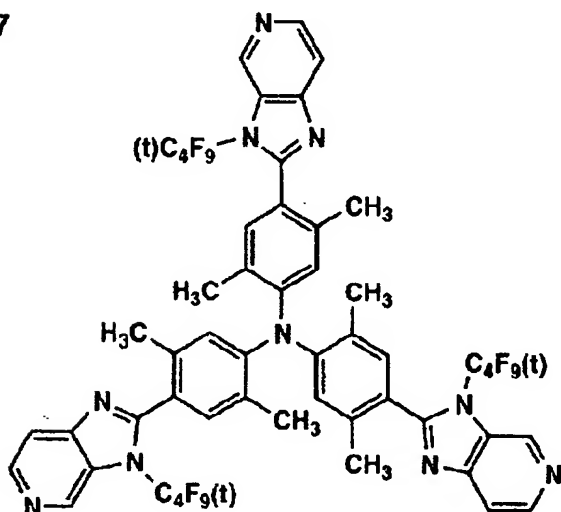
[0172]

[Formula 91]

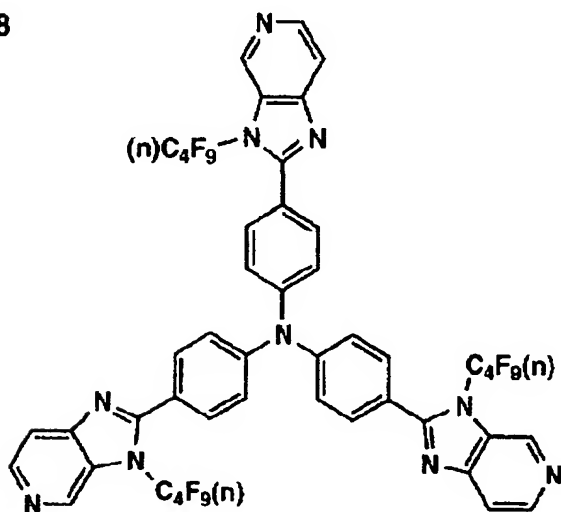
6-16



6-17



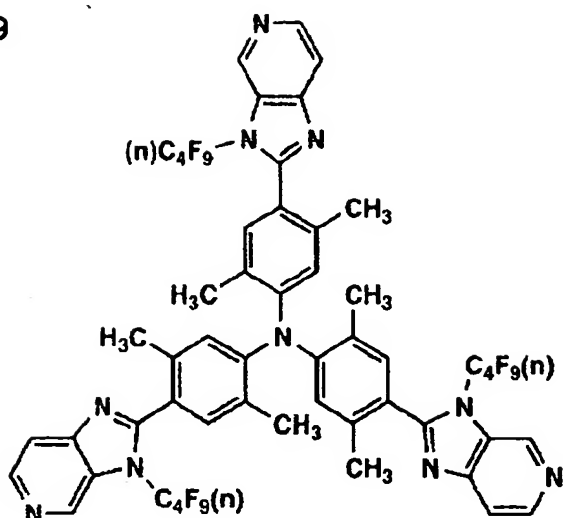
6-18



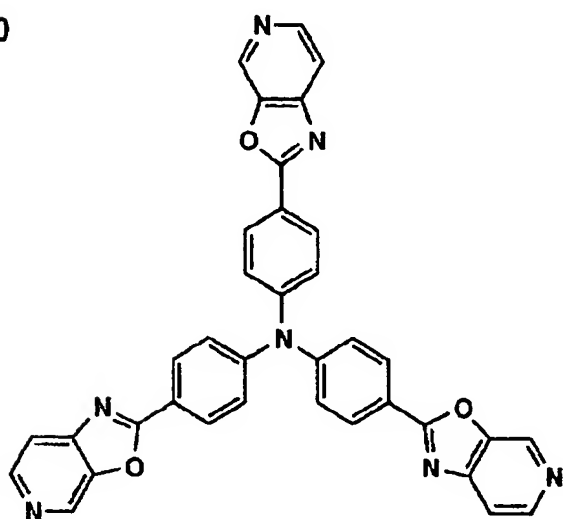
[0173]

[Formula 92]

6-19



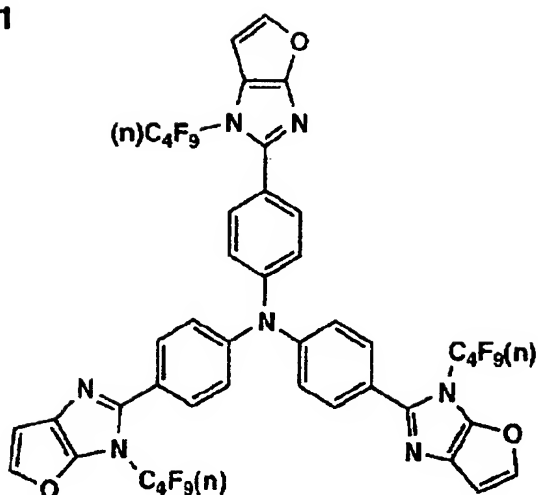
6-20



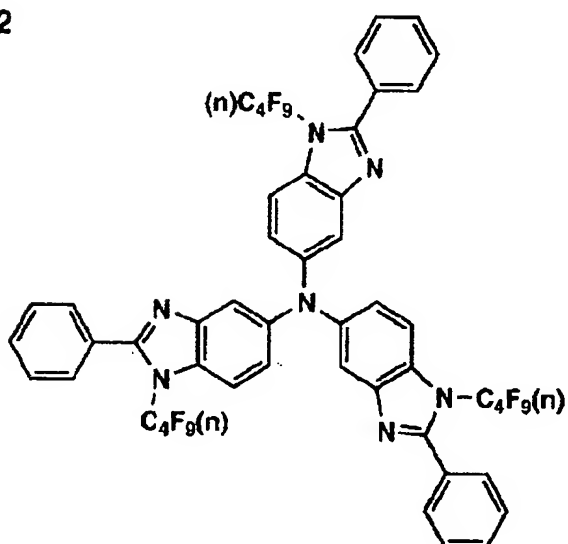
[0174]

[Formula 93]

6-21



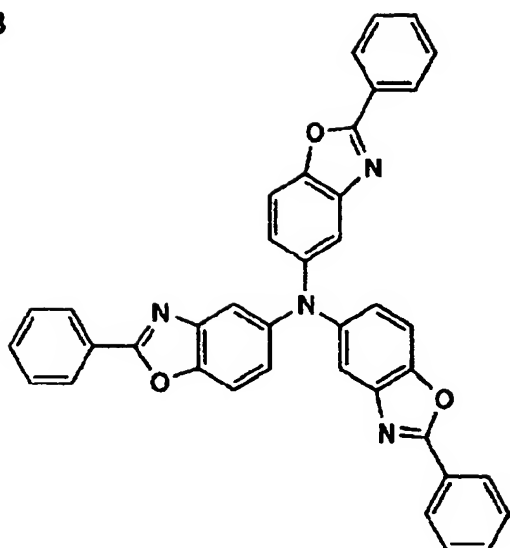
6-22



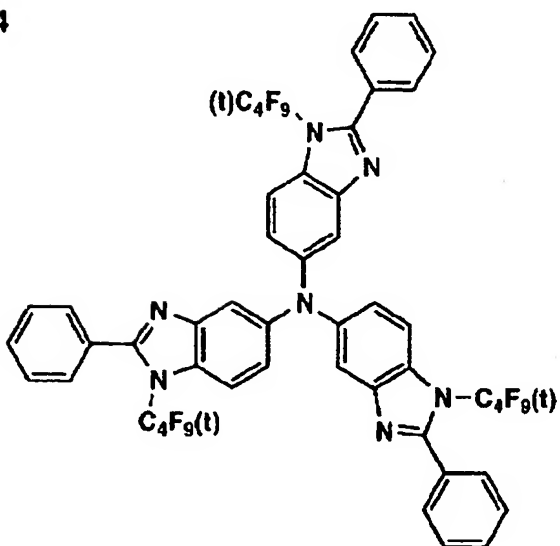
[0175]

[Formula 94]

6-23



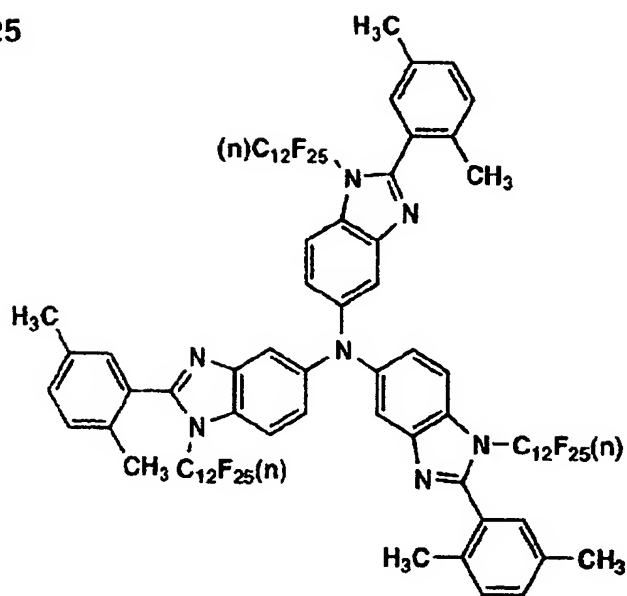
6-24



[0176]

[Formula 95]

6-25



[0177] The band gap as used in the field of this invention expresses the ionization potential of a compound, and the difference of an electron affinity, and ionization potential and an electron affinity are determined on the basis of vacuum level. Ionization potential is defined by energy required to emit the electron in the HOMO (highest occupied molecular orbital) level of a compound to vacuum level, and an electron affinity is defined by the energy which the electron in vacuum level falls and stabilizes on the LUMO (minimum sky molecular orbital) level of material. In addition, the above-mentioned ionization potential and the difference of an electron affinity can be converted from the absorption end of the absorption spectrum of a compound, in this invention, can measure the absorption spectrum of the vacuum evaporation film when vapor-depositing 100nm of compounds on glass, and can convert and ask X (eV) for the wavelength Ynm of the absorption end using the following conversion types.

[0178] A luminous layer is explained below $X=1240/Y$.

[0179] A luminous layer here points out the thing of the layer which emits light when current is passed to the electrode which consists of cathode and an anode plate in the sense of a wide sense. The thing of the layer containing the fluorescence compound which emits light when current is specifically passed to the electrode which consists of cathode and an anode plate is pointed out. Usually, an electroluminescent element (EL element) takes the structure which pinched the luminous layer between the electrodes of a pair. The organic EL device of this invention has an electron hole transportation layer, an electronic transportation layer, an anode plate buffer layer, a cathode buffer layer, etc. other than a luminous layer if needed, and takes the structure pinched in cathode and an anode plate.

[0180] Specifically, there is structure shown in (i) anode plate / luminous layer / cathode (ii) anode plate / electron hole transportation layer / luminous layer / cathode (iii) anode plate / luminous layer / electronic transportation layer / cathode (iv) anode plate / electron hole transportation layer / luminous layer / electronic transportation layer / (Cathode v) anode plate / anode plate buffer layer / electron hole transportation layer / luminous layer / electronic transportation layer / cathode buffer layer / cathode.

[0181] as the method of forming a luminous layer using the above-mentioned compound -- vacuum deposition, a spin coat method, the cast method, and LB -- although there is the method of forming a thin film by well-known methods, such as law, it is desirable that it is especially a molecule deposition film. Here, molecule deposition films are the thin film which deposition was carried out and was formed from the gaseous-phase condition of the above-mentioned compound, and a film solidified and formed from the melting condition or liquid phase condition of this compound. usually, this molecule deposition film -- LB -- it is distinguishable with the thin film (molecule built up film) formed of law, and the difference of condensation structure and higher order structure and the functional difference resulting from it.

[0182] Moreover, this luminous layer can be obtained by applying this with a spin coat method etc. and carrying out thin film formation, after melting the above-mentioned compound to a solvent as a luminescent material and considering as a solution with binding material, such as resin, as indicated by JP,57-51781,A.

[0183] Thus, although there is especially no limit about the thickness of the formed luminous layer and it can choose suitably according to a condition, it is usually the range of 5nm - 5 micrometers.

[0184] It is a heavy-metal complex system compound, and a phosphorescence compound given in this invention here is a complex system compound which uses the metal of a VIII group as a central metal preferably in the periodic table of an element, and, specifically, is an osmium, iridium, or a platinum complex system compound still more preferably. Iridium is [especially among these] desirable.

[0185] It is what has the phosphorescence luminescence maximum wave length as mentioned above with it as these phosphorescence compounds. By this [a phosphorescence quantum yield is 0.001 or more in 25 degrees C, and also longer than the fluorescence maximum wave length of the fluorescence compound which serves as said host] For example, the EL element which carries out electroluminescence in a long wave rather than the fluorescence maximum wave length of a host compound who there was with the phosphorescence compound of a long wave from the luminescence maximum wave length of the fluorescence compound which serves as a host, and used luminescence of a phosphorescence compound, i.e., a triplet state, can be obtained. 0.01-15-mol% of the concentration of a phosphorescence compound is desirable to the above-mentioned host compound. It is 2 - 10% more preferably.

[0186] In this invention, the high thing of high thermal stability has [a host compound] a desirable glass transition temperature (Tg) as a material of an organic electroluminescent element. As for Tg, it is desirable that it is 100 degrees or more.

[0187] Moreover, as for molecular weight, it is [these compounds] desirable that it is 600 or more. A luminous layer can be easily produced with a vacuum deposition method as it is the molecular weight within the limits of this, and manufacture of an organic EL device becomes easy. Furthermore, the thermal stability of the fluorescence compound in an organic EL device also becomes good.

[0188] Although said fluorescence compound is used as a host compound, the effect which could use for the electron hole transportation layer or the hole-injection layer, and was excellent is demonstrated.

[0189] Next, the layer of others which constitute an EL element combining luminous layers, such as a hole-injection layer, an electron hole transportation layer, an electron injection layer, and an electronic transportation layer, is explained.

[0190] A hole-injection layer and an electron hole transportation layer by having the function to transmit the electron hole poured in from the anode plate to a luminous layer, and making this hole-injection layer and an electron hole transportation layer intervene between an anode plate and a luminous layer The electron which many electron holes were poured into the luminous layer by lower electric field, and was moreover poured into the luminous layer from cathode, the electron injection layer, or the electronic transportation layer The interface in a luminous layer accumulates with the obstruction of the electron which exists in the interface of a luminous layer, a hole-injection layer, or an electron hole transportation layer, and it becomes the element which was excellent in luminescence engine performance -- luminous efficiency improves. About the material (henceforth a hole-injection material and an electron hole transportation material) of this hole-injection layer and an electron hole transportation layer If it has the property to have the function to transmit the electron hole poured in from the aforementioned anode plate to a luminous layer, there will be especially no limit, and it sets into a ***** material conventionally. The thing of arbitration can be chosen and used out of the well-known thing used for the hole-injection layer of what commonly used as a charge impregnation transportation material of an electron hole, or an EL element, and an electron hole transportation layer.

[0191] The above-mentioned hole-injection material and an electron hole transportation material may have impregnation of an electron hole, transportation, or electronic obstruction nature, and may be any of the organic substance and an inorganic substance. as this hole-injection material and an electron hole transportation material -- for example, a triazole derivative, an OKISA diazole derivative, an imidazole

derivative, the poly aryl alkane derivative, a pyrazoline derivative and a pyrazolone derivative, a phenylenediamine derivative, an arylamine derivative, an amino substitute chalcone derivative, an oxazole derivative, a styryl anthracene derivative, and full -- me -- non, a derivative, a hydrazone derivative, a stilbene derivative, a silazane derivative, an aniline system copolymer and conductive polymer oligomer, especially thiophene oligomer, etc. are mentioned. As a hole-injection material and an electron hole transportation material, although the above-mentioned thing can be used, it is desirable to use a porphyrin compound, an aromatic series tertiary-amine compound and a styryl amine compound, especially an aromatic series tertiary-amine compound.

[0192] As an example of representation of the above-mentioned aromatic series tertiary-amine compound and a styryl amine compound N, N, N', and N'-tetra-phenyl -4, 4'-diamino phenyl; N, N'-diphenyl-N, N'-screw (3-methylphenyl)-[1 and 1'-biphenyl]-4, and 4'-diamine (TPD); 2 and 2-screw (4-G p-tolylamino phenyl) propane; 1 and 1-screw Cyclohexane; The N, N, N', and N'-tetra--p-tolyl -4, 4'-diamino biphenyl; 1, a 1-screw (4-G p-tolylamino phenyl)-4-phenylcyclohexane; screw (4-G p-tolylamino phenyl) Phenylmethane; (4-dimethylamino-2-methylphenyl) A screw Phenylmethane; N, N'-diphenyl-N, and N'-JI (4-methoxyphenyl) -4, a 4'-diamino biphenyl; An N, N, N', and N'-tetra-phenyl -4, 4'-diamino diphenyl ether; 4, and 4'-screw (4-G p-tolylamino phenyl) KUODORI phenyl; N, N, and N-Tori (Diphenylamino) Amine; 4- (p-tolyl) (G p-tolylamino)-4'-[4-(G p-tolylamino) styryl] stilbene; A 4-N, N-diphenylamino-(2-diphenyl vinyl) benzene; 3-methoxy-4'-N, and N-diphenylamino still benzene; N-phenyl carbazole, Furthermore, the thoria reel amine compound which raised as said host compound, What has in intramolecular two fused aromatic rings with which especially a biphenyl compound is desirable and are indicated to be by the U.S. Pat. No. 5,061,569 specification, For example, a 4 and 4'-screw [N-(1-naphthyl)-N-phenylamino] biphenyl (NPD), 4 and 4' by which the triphenylamine unit indicated by JP, 4-308688, A was connected with 3 starburst molds -- 4" (MTDATA) of - tris [N-(3-methylphenyl)-N-phenylamino] triphenylamines etc. is mentioned.

[0193] The polymeric materials which furthermore introduced these materials into the macromolecule chain, or used these materials as the principal chain of a macromolecule can also be used.

[0194] Moreover, p mold-Si, p mold - Inorganic compounds, such as SiC, can also be used as a hole-injection material and an electron hole transportation material. this hole-injection layer and an electron hole transportation layer -- the above-mentioned hole-injection material and an electron hole transportation material -- for example, a vacuum deposition method, a spin coat method, the cast method, and LB -- it can form by thin-film-izing by well-known methods, such as law. Although there is especially no limit about the thickness of a hole-injection layer and an electron hole transportation layer, it is usually 5nm - about 5 micrometers. This hole-injection layer and an electron hole transportation layer may be 1 layer structures which consist of a kind of the above-mentioned material, or two sorts or more, and may be a laminated structure which consists of two or more layers of the same presentation or a different-species presentation.

[0195] Furthermore, as the material, the thing of arbitration can be chosen and used for the electronic transportation layer used if needed out of a conventionally well-known compound that what is necessary is just to have the function to transmit the electron poured in from cathode to a luminous layer.

[0196] As an example of the material (henceforth an electronic transportation material) used for this electronic transportation layer, heterocycle tetracarboxylic acid anhydrides, such as a nitration fluorene derivative, a diphenyl quinone derivative, a thiopyran dioxide derivative, and naphthalene perylene, a carbodiimide, a deflection ORENIRIDEN methane derivative, anthra quinodimethan and an anthrone derivative, an OKISA diazole derivative, etc. are mentioned. Furthermore, in the above-mentioned OKISA diazole derivative, the thiadiazole derivative which replaced the oxygen atom of an oxadiazole ring by the sulfur atom, and the quinoxaline derivative which has the quinoxaline ring known as an electron withdrawing group can also be used as an electronic transportation material.

[0197] The polymeric materials which furthermore introduced these materials into the macromolecule chain, or used these materials as the principal chain of a macromolecule can also be used.

[0198] Moreover, the metal complex (Alq), for example, tris (eight quinolinol) aluminum, of an eight-quinolinol derivative, Tris (5, 7-dichloro-eight quinolinol) aluminum, tris (5, 7-dibromo-eight

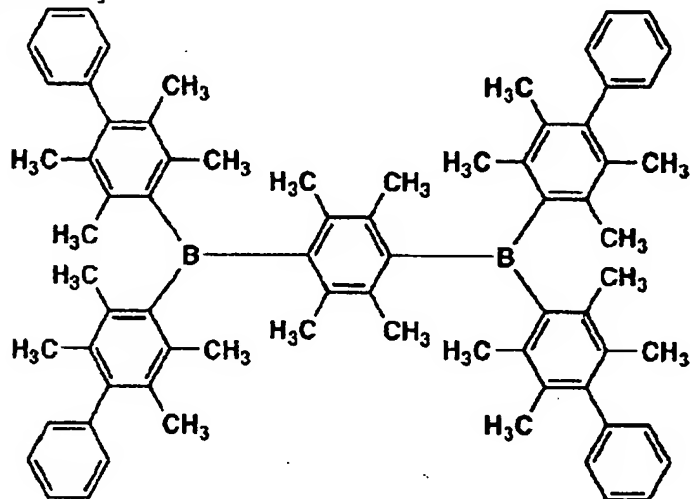
quinolinol) aluminum, Tris (2-methyl-eight quinolinol) aluminum, tris (5-methyl-eight quinolinol) aluminum, Metal complexes with which the central metal of these metal complexes replaced In, Mg, Cu, calcium, Sn, Ga, or Pb, such as screw (eight quinolinol) zinc (Znq), can also be used as an electronic transportation material. In addition, that by which a metal free-lancer, metal phthalocyanines, or those ends are replaced with the alkyl group, the sulfonic group, etc. can also be preferably used as an electronic transportation material. Moreover, the JISUCHIRIRU pyrazine derivative illustrated as a material of a luminous layer can also be used as an electronic transportation material, and they are n mold-Si and n mold like a hole-injection layer and an electron hole transportation layer. - Inorganic semiconductors, such as SiC, can also be used as an electronic transportation material.

[0199] The next boron compound is mentioned as a desirable compound used for an electronic transportation layer. These compounds can also be used as a host compound of said phosphorescence compound again.

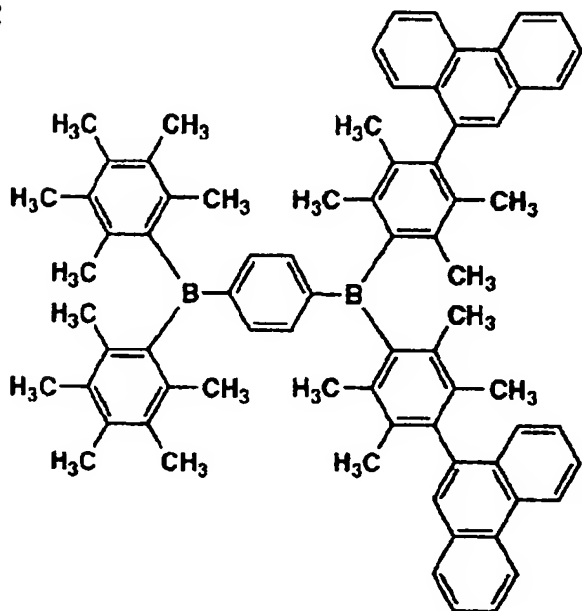
[0200]

[Formula 96]

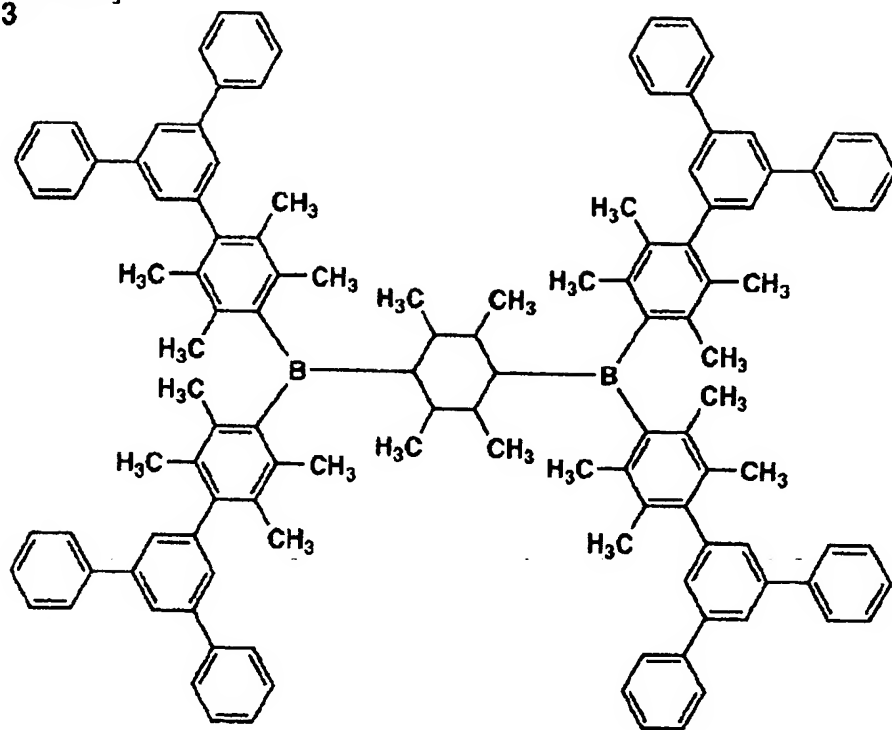
7-1



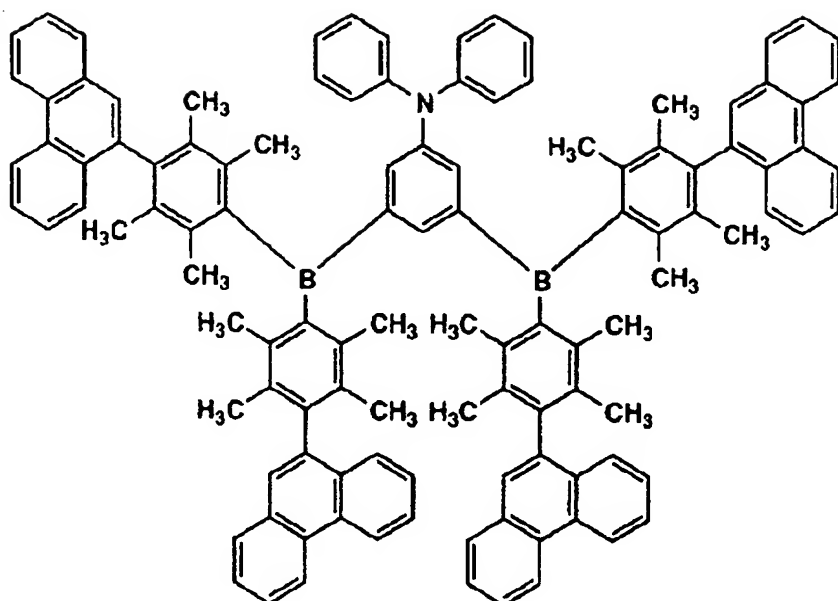
7-2



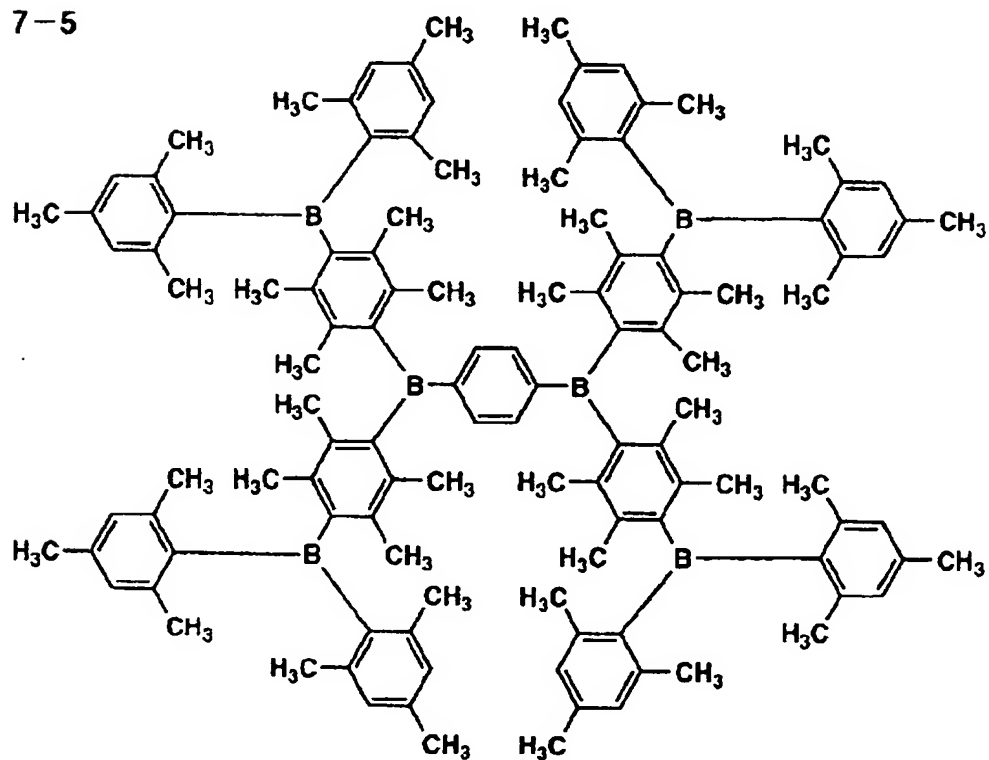
[0201]

[Formula 97]
7-3[0202]
[Formula 98]

7-4



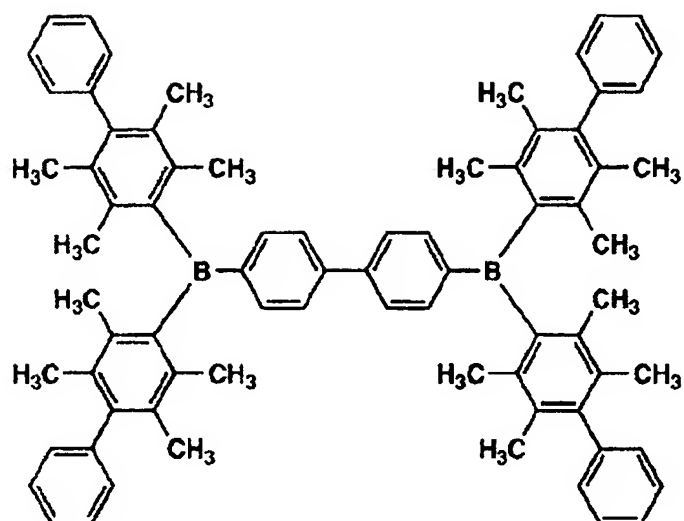
7-5



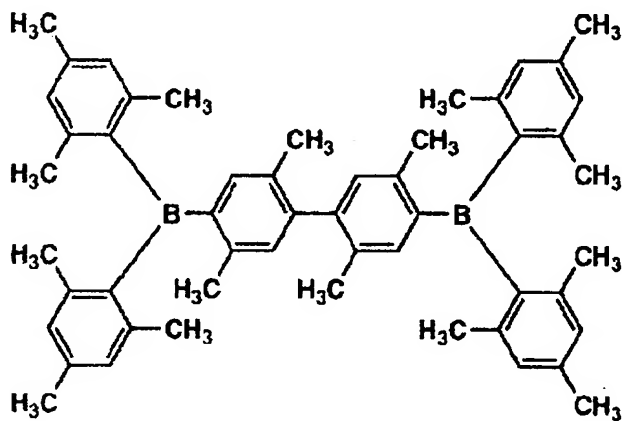
[0203]

[Formula 99]

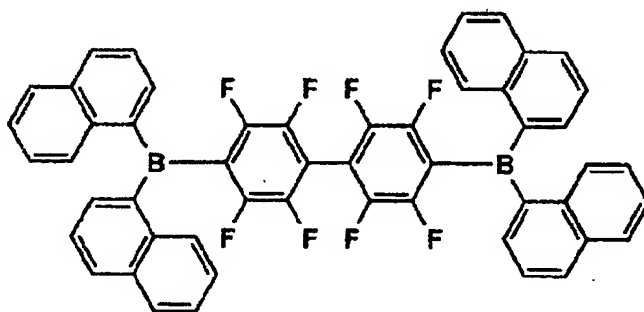
7-6



7-7



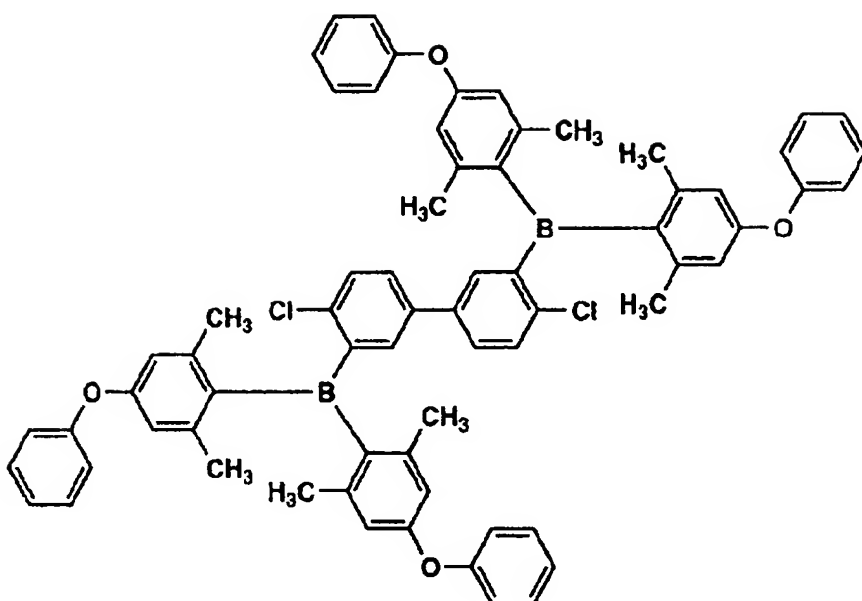
7-8



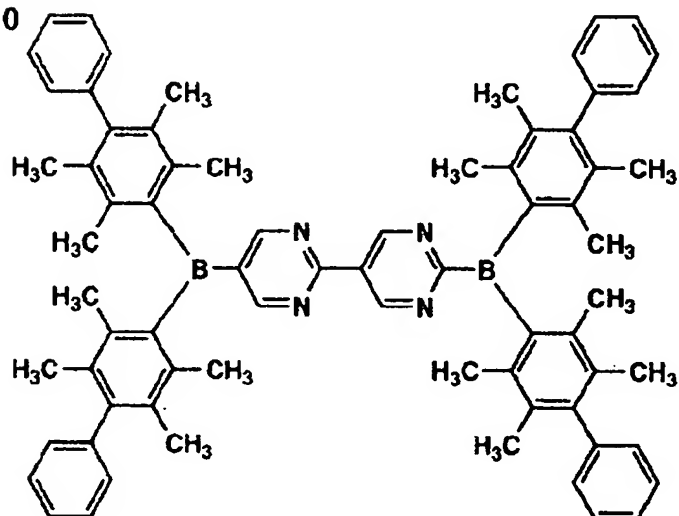
[0204]

[Formula 100]

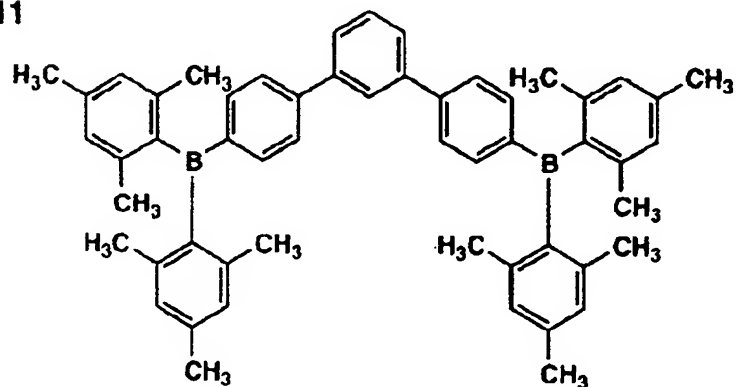
7-9



7-10



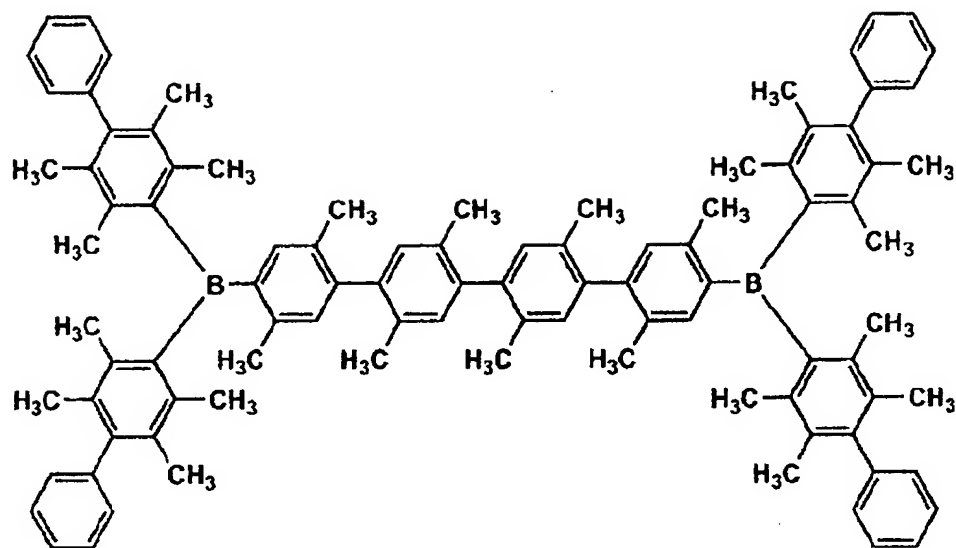
7-11



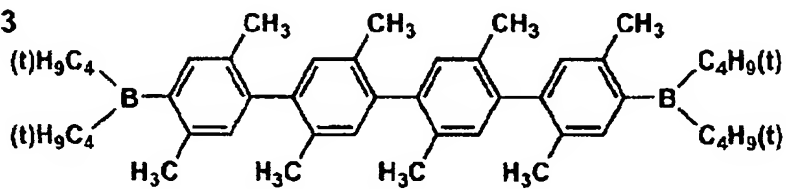
[0205]

[Formula 101]

7-12

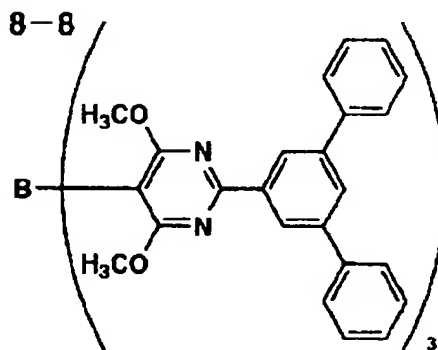
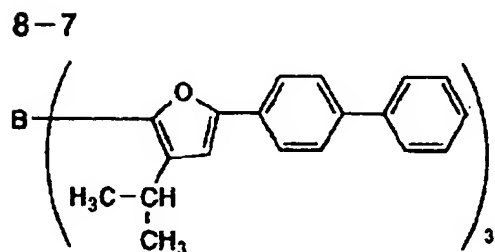
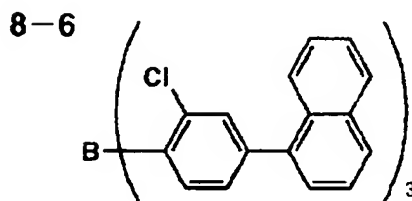
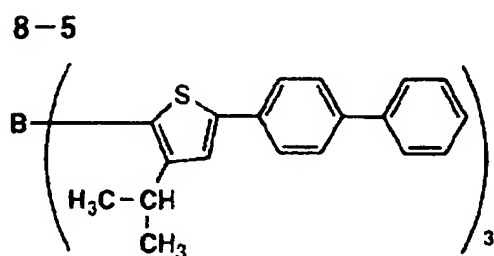
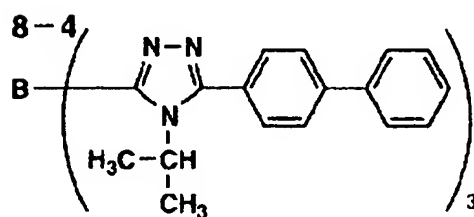
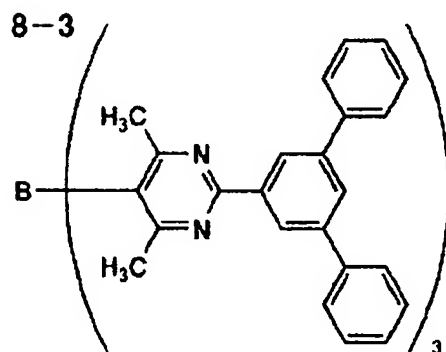
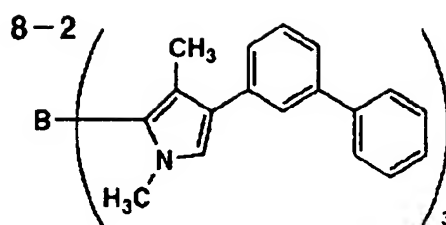
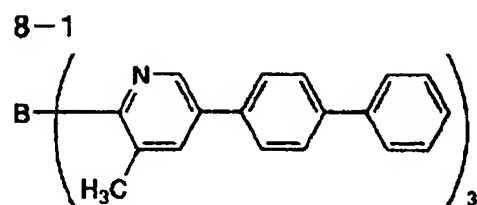


7-13

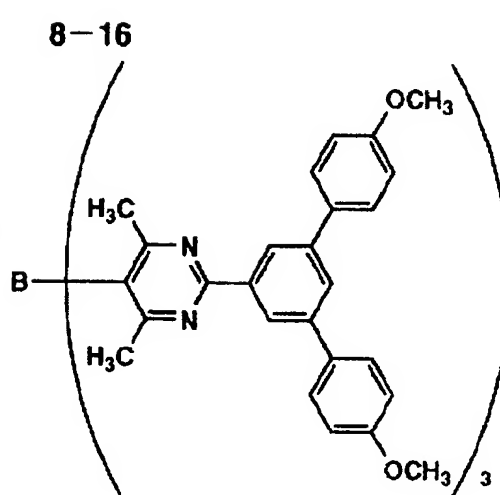
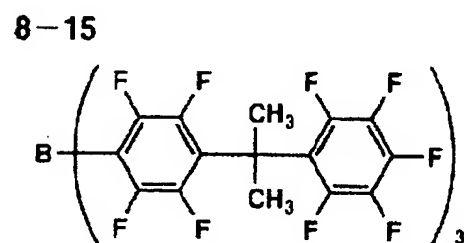
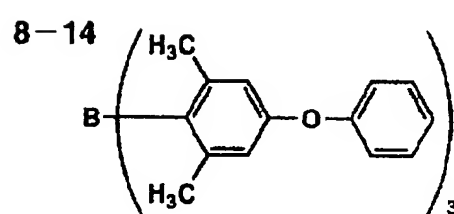
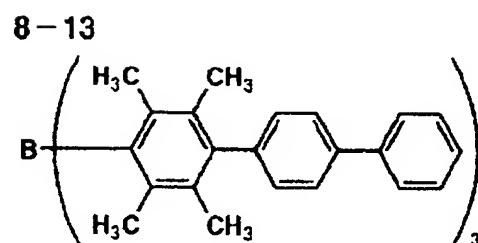
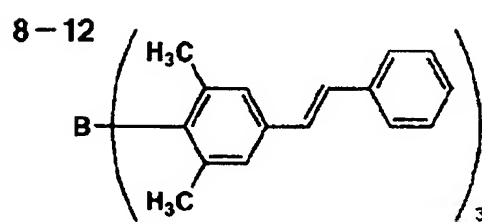
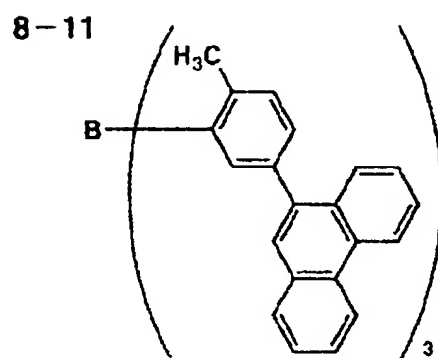
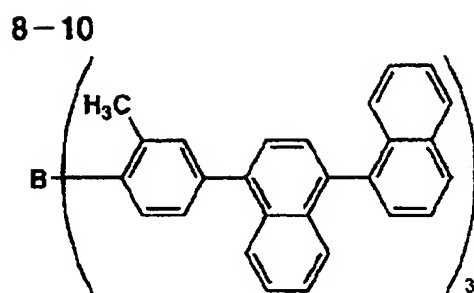
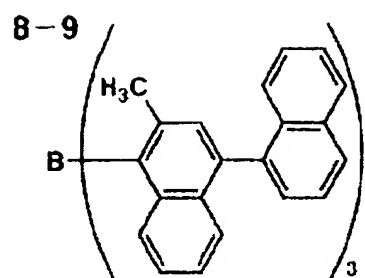


[0206]

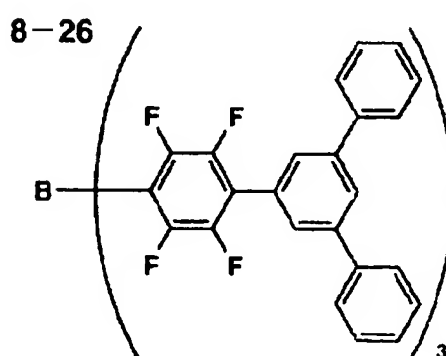
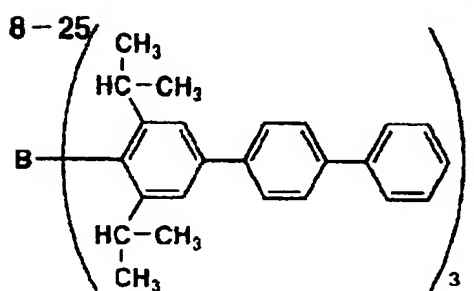
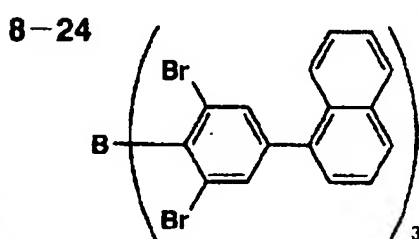
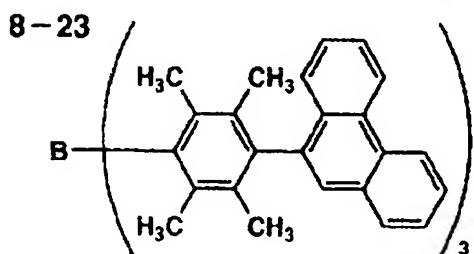
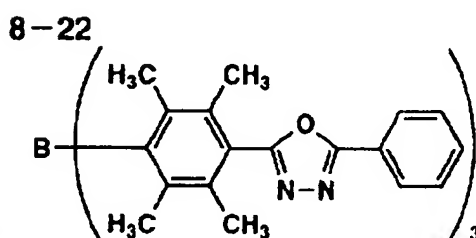
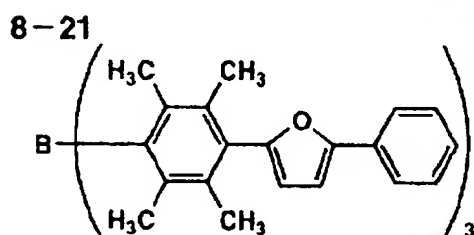
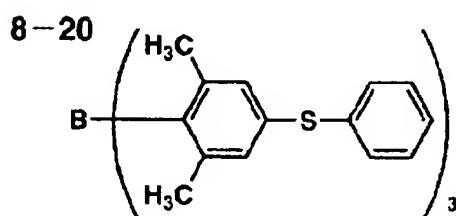
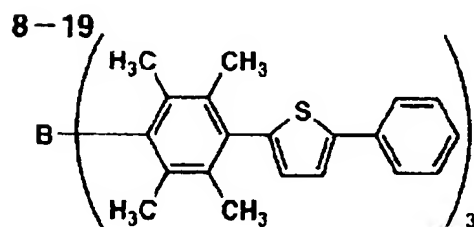
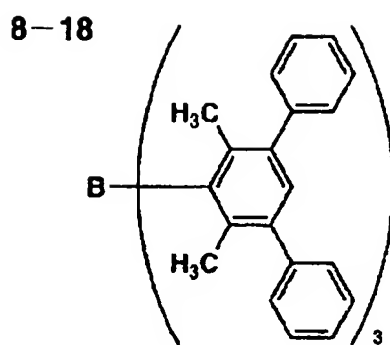
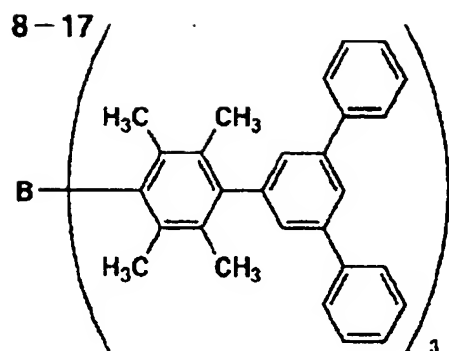
[Formula 102]



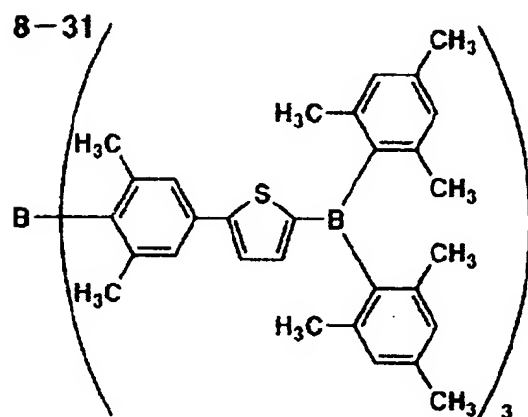
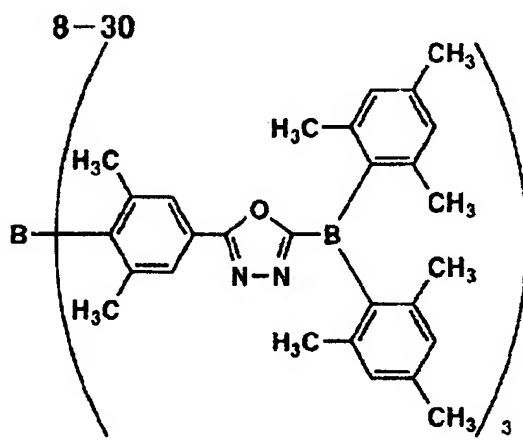
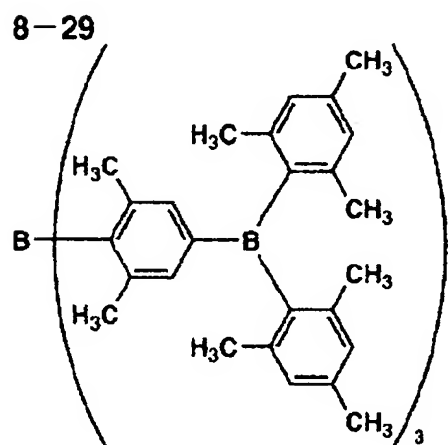
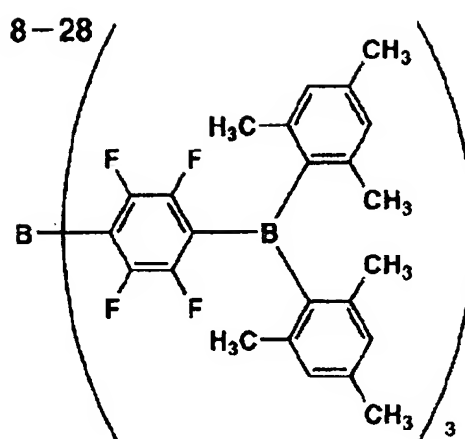
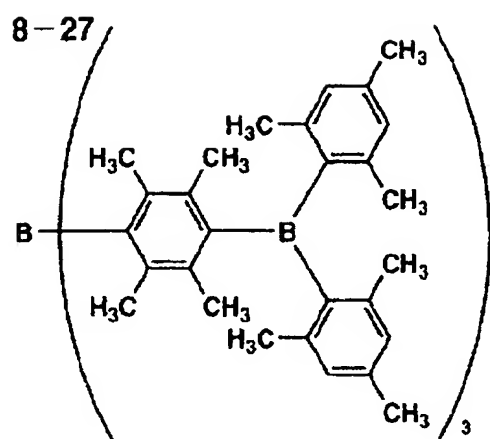
[0207]
[Formula 103]



[0208]
[Formula 104]



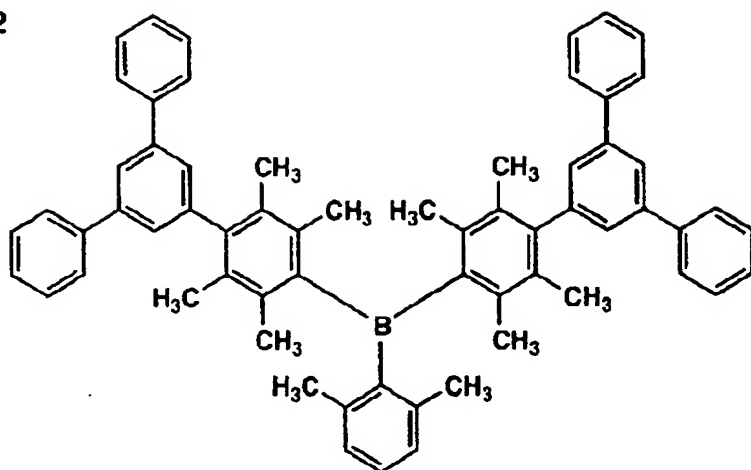
[0209]
[Formula 105]



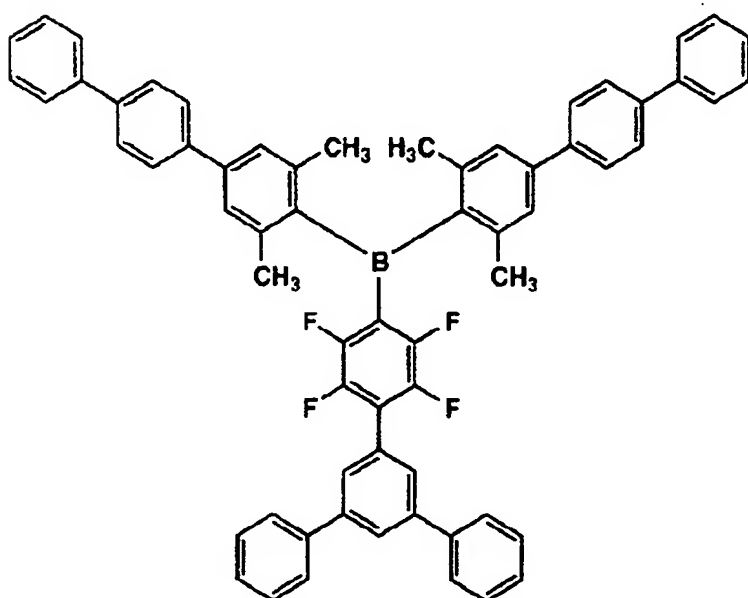
[0210]

[Formula 106]

8-32



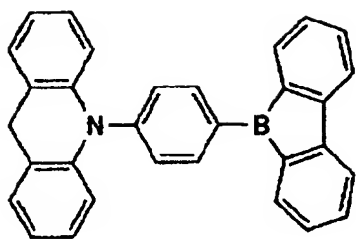
8-33



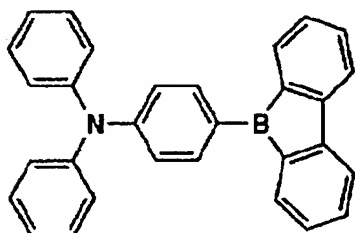
[0211]

[Formula 107]

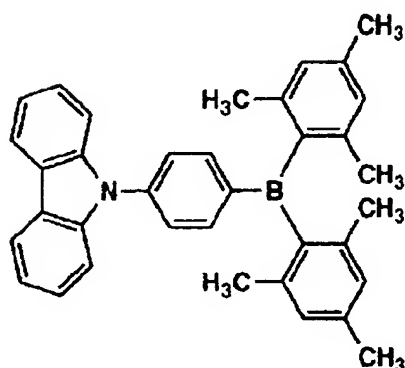
9-1



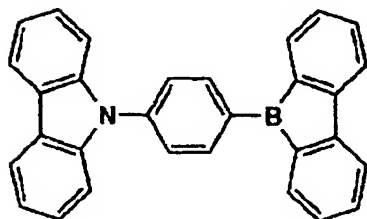
9-2



9-3



9-4



[0212] this electronic transportation layer -- the above-mentioned compound -- for example, a vacuum deposition method, a spin coat method, the cast method, and LB -- a film can be produced by the thin film forming method law etc. is well-known, and it can form. The thickness as an electronic transportation layer is usually chosen in 5nm - 5 micrometers, although there is especially no limit. This electronic transportation layer may be 1 layer structure which consists of these electronic transportation material kinds or two sorts or more, or may be a laminated structure which consists of two or more layers of the same presentation or a different-species presentation.

[0213] Moreover, in this invention, a fluorescence compound may make the electron hole transportation layer which did not limit only to a luminous layer and adjoined the luminous layer, or an electronic transportation layer contain the fluorescence compound used as the host compound of said phosphorescence compound, and at least one sort of fluorescence compounds which have fluorescence maximum wave length to the same field, and, thereby, can raise the luminous efficiency of an EL element further. The fluorescence compound which has still more preferably 440nm of fluorescence maximum wave length in the range of 390nm - 410nm from 350nm like what is contained in a luminous layer as a fluorescence compound contained in these electron hole transportation layers or an electronic

transportation layer is used.

[0214] Moreover, with another gestalt, at least one sort of another fluorescence compounds (B) which have fluorescence maximum wave length to a long wave field rather than the maximum wave length of luminescence from a phosphorescence compound at everything but the fluorescence compound (A) as a host compound and a phosphorescence compound may be contained. In this case, as for the electroluminescence as an organic EL device, luminescence from a fluorescence compound (B) is obtained by the energy transfer from a fluorescence compound (A) and a phosphorescence compound. One desirable as a fluorescence compound (B) has a high fluorescence quantum yield in the state of a solution. Here, 30% or more of especially a fluorescence quantum yield is desirable 10% or more. Specifically, coumarin system coloring matter, pyran system coloring matter, cyanine system coloring matter, crocodile NIUMU system coloring matter, SUKUARIUMU system coloring matter, oxo-Benz anthracene system coloring matter, fluorescein system coloring matter, rhodamine system coloring matter, pyrylium system coloring matter, perylene system coloring matter, stilbene system coloring matter, poly thiophene system coloring matter, or a rare earth complex system fluorescent substance is mentioned.

[0215] A fluorescence quantum yield here can also be measured by the method of a 362 pages (1992 editions, Maruzen) publication of the spectrum II of said 4th edition experimental science lecture 7, and is measured in a tetrahydrofuran in this invention.

[0216] Especially limitation does not have the board preferably used for the organic EL device of this invention in classes, such as glass and plastics, and if it is the thing of transparence, there will be especially no limit. As a board preferably used for the electroluminescent element of this invention, glass, a quartz, and light transmission nature plastic film can be mentioned.

[0217] As light transmission nature plastic film, the film which consists of polyethylene terephthalate (PET), polyethylenenaphthalate (PEN), polyether sulphone (PES), polyether imide, a polyether ether ketone, a polyphenylene sulfide, polyarylate, polyimide, a polycarbonate (PC), cellulose triacetate (TAC), cellulose acetate propionate (CAP), etc., for example is mentioned.

[0218] Next, the suitable example which produces this organic EL device is explained. The method of producing an EL element which consists of the aforementioned anode plate / hole-injection layer / electron hole transportation layer / luminous layer / electronic transportation layer / electron injection layer / cathode as an example is explained.

[0219] First, on a suitable substrate, 1 micrometer or less of thin films which consist of desired the material for electrodes, for example, material for anode plates, is made to form by methods, such as vacuum evaporatio and sputtering, so that it may become the thickness of the range of 10-200nm preferably, and an anode plate is produced. Next, the thin film which consists of the hole-injection layer which is an element material, an electron hole transportation layer, a luminous layer, and an electronic transportation layer / electron injection layer is made to form on this.

[0220] Furthermore, a buffer layer (electrode volume phase) may be made to exist between an anode plate, a luminous layer, or a hole-injection layer and between cathode, a luminous layer, or an electron injection layer.

[0221] A buffer layer is a layer prepared between an electrode and an organic layer for a driver voltage fall or the improvement in luminous efficiency, it is indicated by piece [2nd] chapter "an electrode material" (123rd page - the 166th page) "an organic EL device and its industrialization front line (November 30, 1998 N tea S company issue)" 2 at details, and there are an anode plate buffer layer and a cathode buffer layer.

[0222] As for an anode plate buffer layer, the macromolecule buffer layer using conductive polymers with which the details are indicated and are represented by the phthalocyanine buffer layer represented as an example at a copper phthalocyanine and the vanadium oxide, such as an oxide buffer layer, an amorphous carbon buffer layer, the poly aniline (EMERARU DIN), and the poly thiophene, etc. is mentioned to JP,9-45479,A, 9-260062, 8-288069, etc.

[0223] As for a cathode buffer layer, the oxide buffer layer with which the details are represented by the metal buffer layer which is indicated and is specifically represented to strontium, aluminum, etc., the

alkali metal compound buffer layer represented by lithium fluoride, the alkaline earth metal compound buffer layer represented by magnesium fluoride, an aluminum oxide, and lithium oxide is mentioned to JP,6-325871,A, 9-17574, 10-74586, etc.

[0224] As for the above-mentioned buffer layer, it is desirable that it is a very thin film, and although based also on a material, the thickness has the desirable range of 0.1-100nm.

[0225] You may have stratum functionale, such as an electron hole inhibition (hole block) layer which may carry out the laminating of the layer which furthermore has the other functions other than the above-mentioned basic configuration layer if needed, for example, is indicated by the 237th page of JP,11-204258,A, 11-204359, and "the organic EL device and its industrialization front line (November 30, 1998 N tea S company issue)" etc.

[0226] At least one sort of the compound of this invention may exist in any one layer, and a buffer layer may function as a luminous layer, even if there are few cathode buffer layers or anode plate buffer layers.

[0227] Next, the electrode of an organic EL device is explained. The electrode of an organic EL device consists of cathode and an anode plate.

[0228] What uses the large (4eV or more) metal, the alloy, the electrical conductivity compounds, and such mixture of a work function as electrode material as an anode plate in this organic EL device is used preferably. As an example of such electrode material, conductive transparent materials, such as metals, such as Au, CuI, indiumtin oxide (ITO), and SnO₂, ZnO, are mentioned.

[0229] The above-mentioned anode plate may form a pattern through the mask of a desired configuration at the time of vacuum evaporation and sputtering of (100-micrometer or more degree) and the above-mentioned electrode material, when the thin film of such electrode material may be made to form, and the pattern of a desired configuration may be formed by the photolithography method or it seldom needs pattern precision by methods, such as vacuum evaporation and sputtering. When taking out luminescence from this anode plate, it is desirable to make permeability larger than 10%, and below hundreds of ohms / ** of the sheet resistance as an anode plate are desirable. Although thickness is furthermore based also on a material, 10nm - 1 micrometer is usually preferably chosen in 10nm - 200nm.

[0230] What, on the other hand, uses the small (4eV or less) metal (an electron injection nature metal is called), the alloy, the electrical conductivity compounds, and such mixture of a work function as electrode material as cathode is used. As an example of such electrode material, a sodium and sodium-potassium alloy, magnesium, a lithium, magnesium / copper mixture, magnesium / silver mixture, magnesium / aluminum mixture, magnesium / indium mixture, aluminum / aluminum oxide (aluminum 2O₃) mixture, an indium, a lithium / aluminum mixture, a rare earth metal, etc. are mentioned. In these, the mixture of the point of endurance over electron injection nature, oxidation, etc. to an electron injection nature metal and the second metal which is a metal with it, for example, magnesium / silver mixture, magnesium / aluminum mixture, magnesium / indium mixture, aluminum / aluminum oxide (aluminum 2O₃) mixture, a lithium / aluminum mixture, etc. are suitable. [the large value of a work function and] [more stable than this] The above-mentioned cathode can produce such electrode material by making a thin film form by methods, such as vacuum evaporation and sputtering. Moreover, below hundreds of ohms / ** of the sheet resistance as cathode are desirable, and 10nm - 1 micrometer of thickness is usually preferably chosen in 50-200nm. In addition, in order to make luminescence penetrate, since luminous efficiency will improve if either the anode plate of an organic EL device or cathode is transparent or translucent, it is convenient.

[0231] Next, the production method of an organic EL device is explained. As the method of thin-film-izing, although there are a spin coat method, the cast method, vacuum deposition, etc. like the above, the point of a homogeneous film being easy to be obtained and being hard to generate a pinhole to a vacuum deposition method is desirable. When adopting a vacuum deposition method as thin film-ization, although it changes with crystal structures, meeting structures, etc. which are made into the class of compound to be used, and the purpose of a molecule deposition film, as for the vacuum evaporation condition, it is desirable to choose suitably generally in the boat heating temperature of 50-450 degrees

C, a 10^{-6} to ten to 3 Pa degree of vacuum, the evaporation rate of 0.01-50nm/second, the substrate temperature of -50-300 degrees C, and the range of 5nm -

[0232] As mentioned above, 1 micrometer or less, the thin film which consists of desired the material for electrodes, for example, material for anode plates, on a suitable substrate so that it may become the thickness of the range of 10-200nm preferably After making it form by methods, such as vacuum evaporation and sputtering, and producing an anode plate, After making the class thin film which consists of a hole-injection layer, an electron hole transportation layer, a luminous layer, and an electronic transportation layer / electron injection layer as aforementioned form on this anode plate, the thin film which consists of material for cathode on it 1 micrometer or less so that it may become the thickness of the range of 50-200nm preferably For example, a desired organic EL device is obtained by making it form by methods, such as vacuum evaporation and sputtering, and preparing cathode. Although it is desirable for it to be consistent by one vacuum length, and to produce from a hole-injection layer to cathode to this appearance as for production of this organic EL device, it is also possible to make production sequence into reverse and to produce it in order of cathode, an electron injection layer, a luminous layer, a hole-injection layer, and an anode plate. Thus, luminescence can be observed, if + is impressed for an anode plate and it impresses about voltage 5-40V for cathode as polarity of -, in impressing direct current voltage to the obtained organic EL device. Moreover, even if it impresses voltage with the polarity of reverse, luminescence is not produced at all, without current flowing. Furthermore, in impressing alternating voltage, only when an anode plate changes + and cathode changes into the condition of -, it emits light. In addition, the wave of the alternating current to impress is arbitrary and good.

[0233]

[Example] Although an example is given and this invention is hereafter explained to details, the mode of this invention is not limited to this.

[0234] After performing patterning to the substrate (NH techno glass company make: NA-45) which formed 150nm of ITO(s) on glass as example 1 anode plate, the transparence support substrate which prepared this ITO transparent electrode was cleaned ultrasonically by i-propyl alcohol, it dried with desiccation nitrogen gas, and UV ozone washing was performed for 5 minutes. This transparence support substrate was fixed to the substrate electrode holder of a commercial vacuum evaporation system, and on the other hand, 1-57, 3-1, the comparison compound 1, and BC and Alq3 were put into five resistance heating boats made from molybdenum, respectively, and it attached in the vacuum evaporation system.

[0235] Subsequently, after decompressing a vacuum tub up to 4×10^{-4} Pa, it energized and heated on said heating boat containing 1-57, and it vapor-deposited so that it might become the thickness of 50nm of thickness to a transparence support substrate by the evaporation rate 0.1 - 0.2 nm/sec, and the hole injection / transportation layer was prepared. Furthermore, it adjusted so that said heating boat containing 3-1 and the boat containing the comparison compound 1 might be energized independently, respectively and the evaporation rate of 3-1 and the comparison compound 1 might be set to 100:7, it vapor-deposited so that it might become the thickness of 30nm of thickness, and the luminous layer was prepared.

[0236] Subsequently, it energized and heated on said heating boat containing BC, and the electronic transportation layer with a thickness of 10nm was prepared by the evaporation rate 0.1 - 0.2 nm/sec. Furthermore, said heating boat containing Alq3 was energized and heated, and the electron injection layer of 40nm of thickness was prepared by the evaporation rate 0.1 - 0.2 nm/sec.

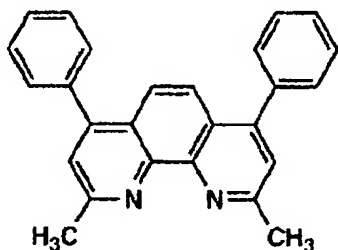
[0237] Next, open a vacuum tub and the rectangle hole vacancy mask made from stainless steel is installed on an electronic transportation layer. On the other hand, put magnesium 3g into the resistance heating boat made from molybdenum, and 0.5g of silver is put into the basket for vacuum evaporation made from a tungsten. After decompressing a vacuum tub up to 2×10^{-4} Pa again, energize on the boat containing magnesium and magnesium is vapor-deposited by the evaporation rate 1.5 - 2.0 nm/sec. Under the present circumstances, the silver basket was heated to coincidence, silver was vapor-deposited by evaporation rate 0.1 nm/sec, and organic EL device OLED 1-1 for a comparison was produced by

considering as the cathode (200nm) which consists of the mixture of said magnesium and silver. The mimetic diagram showing the configuration of organic EL device OLED 1-1 in drawing 1 was shown.
 [0238] Organic electroluminescent element OLED1-2-14 were produced like organic electroluminescent element OLED 1-1 except having replaced the comparison compound 1 of above-mentioned organic EL device OLED 1-1 with the compound given in a table 1.

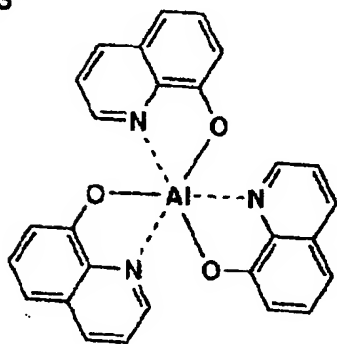
[0239]

[Formula 108]

BC



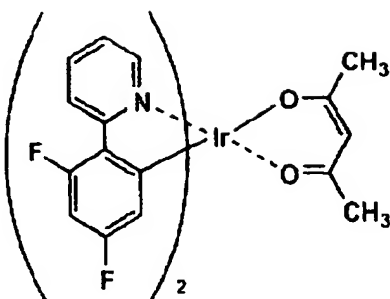
Alq3



[0240]

[Formula 109]

比較化合物1

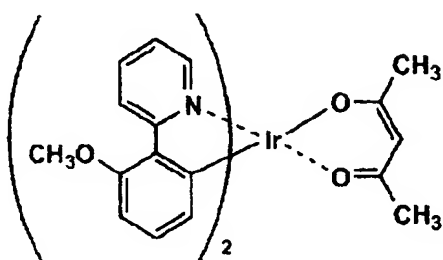


$$\theta = 0.8^\circ$$

$$\sigma_p \text{の総和: } 0.12$$

$$E_s: -0.46$$

比較化合物2



$$\theta = 8.1^\circ$$

$$\sigma_p \text{の総和: } -0.27$$

$$E_s: -0.55$$

[0241] continuation lighting according to these elements to 10V direct-current-voltage impression in the bottom of 23 temperature and desiccation nitrogen-gas-atmosphere mind -- carrying out -- the luminescence brightness at the time of lighting initiation -- the time amount (τ) which (L [cd/m²]), external ejection quantum efficiency (η), and brightness reduce by half was measured. Moreover, the chromaticity at the time of lighting initiation was measured, and the color name on a CIE chromaticity diagram was evaluated.

[0242] luminescence brightness [cd/m²] -- the Minolta make -- it measured using CS-1000.

[0243] In addition, it is electron number $\times 100$ passed to the number of photons / organic EL device which emitted light to the external ejection quantum efficiency (%) = organic EL device exterior, and the measuring method of the amount effectiveness of external ejection asked for the number of photons which asked for the number of photons of 380-780nm from the energy of the photon of each wavelength, and emitted light from the luminescence side based on the luminescence assumption further in the emission spectrum measured by spectral radiance meter CS-1000. Moreover, the electron number was calculated from the amount of current.

[0244] Luminescence brightness was expressed with the relative value when setting organic electroluminescent element OLED 1-1 to 100, it expressed with the relative value when external ejection quantum efficiency also sets organic electroluminescent element OLED 1-1 to 100, and the time amount (reduction-by-half life) which brightness reduces by half was expressed with the relative value which set to 100 time amount which the brightness of organic electroluminescent element OLED 1-1 reduces by half, respectively. About the color name, the hue on the chromaticity diagram of each element was expressed. A result is shown in a table 3.

[0245]

[A table 3]

		発光 輝度	量子 効率	半減 寿命	色名	θ	$\Sigma \delta p$	備 考
OLED1-1	比較化合物 1	100	100	100	Bluish Green	0.8	0.12	比 較
OLED1-2	比較化合物 2	105	110	50	Green	8.1	-0.27	比 較
OLED1-3	20	155	146	172	Blue Green	35.1	—	本発明
OLED1-4	4	140	138	155	Greenish Blue	26.3	0.54	本発明
OLED1-5	13	148	140	181	Blue Green	23.0	—	本発明
OLED1-6	12	150	141	162	Bluish Green	4.7	1.08	本発明
OLED1-7	41	175	153	188	Greenish Blue	15.1	0.41	本発明
OLED1-8	31	169	150	177	Greenish Blue	13.5	0.46	本発明
OLED1-9	16	138	131	128	Bluish Green	31.1	—	本発明
OLED1-10	43	188	164	203	Greenish Blue	14.5	—	本発明
OLED1-11	10	121	129	144	Bluish Green	18.4	—	本発明
OLED1-12	6	161	135	170	Bluish Green	38.3	—	本発明
OLED1-13	28	160	149	178	Blue Green	13.8	0.54	本発明
OLED1-14	27	154	158	169	Blue Green	15.1	—	本発明

[0246] It is Blue>Greenish whose desirable luminescent color (color name) is the following rank in this invention (desirable). Blue>Blue Green>Bluish Green>Green (it is not desirable)

The luminescent color is Bluish although luminescence brightness, quantum efficiency, and the reduction-by-half life of the element using the comparison compound 1 are quite better than a table 1. Since it is Green, in this invention aiming at blue luminescence, it cannot be said that it is desirable. Furthermore with the element using the comparison compound 2, the luminescent color is set to Green, it completely separates from the meaning of this invention, and other engine performance is worse than the element using the comparison compound 1. At the element using the comparison compound 3, the luminescent color is Greenish. Although it is Blue and more desirable than the element using the comparison compound 1, luminescence brightness, quantum efficiency, and a reduction-by-half life are remarkably low.

[0247] The organic EL device using the compound of this invention is understood that the time amount which luminescence brightness, quantum efficiency, and brightness reduce by half in any case is improved to these. Moreover, it turned out that they are the element and EQC which used the comparison compound 1 also in respect of the luminescent color, or a desirable color beyond it.

[0248] Moreover, organic electroluminescent element OLED 1-15 was produced like organic electroluminescent element OLED 1-1 except having replaced the comparison compound 1 of above-mentioned organic EL device OLED 1-1 with the comparison compound 3. The luminescent color is Bluish. It was Green. Furthermore, organic electroluminescent element OLED 1-16 was produced like organic electroluminescent element OLED 1-15 except having replaced the comparison compound 3 with the compound 120. The luminescent color is Blue. It was Green. When the luminescence brightness of organic electroluminescent element OLED 1-15, external drawing quantum efficiency, and a reduction-by-half life were set to 100, respectively, the luminescence brightness of organic electroluminescent element OLED 1-16, external drawing quantum efficiency, and a reduction-by-half life were set to 146, 152, and 147, respectively. The above result shows that the time amount which luminescence brightness, quantum efficiency, and brightness reduce by half is improved, even when platinum is used. Moreover, it depended using the comparison compound 3 also at the point of the luminescent color, and it turned out that nearby blueness is a strong desirable color.

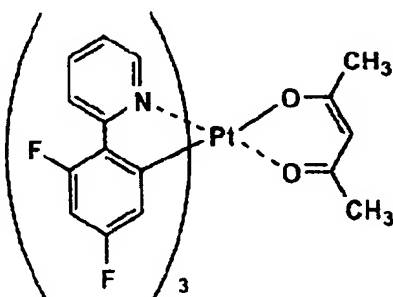
[0249] Organic electroluminescent element OLED 1-17 was produced like organic electroluminescent element OLED 1-1 except having replaced the comparison compound 1 of above-mentioned organic EL device OLED 1-1 with the comparison compound 4 similarly. The luminescent color is Bluish. It was Green. Furthermore, organic electroluminescent element OLED 1-18 was produced like organic electroluminescent element OLED 1-17 except having replaced the comparison compound 4 with the

compound 145. The luminescent color is Blue. It was Green. When the luminescence brightness of organic electroluminescent element OLED 1-17, external drawing quantum efficiency, and a reduction-by-half life were set to 100, respectively, the luminescence brightness of organic electroluminescent element OLED 1-18, external drawing quantum efficiency, and a reduction-by-half life were set to 143, 144, and 136, respectively. The above result shows that the time amount which luminescence brightness, quantum efficiency, and brightness reduce by half is improved, even when an osmium is used. Moreover, it turned out also at the point of the luminescent color that reliance is also a desirable color using the comparison compound 4.

[0250]

[Formula 110]

比較化合物3

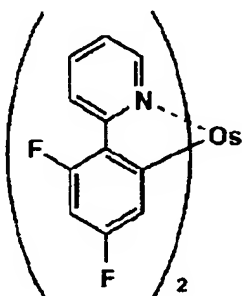


$$\theta = 3.7^\circ$$

$$\sigma_p \text{ の総和: } 0.12$$

$$E_s: -0.46$$

比較化合物4



$$\theta = 2.0^\circ$$

$$\sigma_p \text{ の総和: } 0.12$$

$$E_s: -0.46$$

[0251] The cathode of organic electroluminescent element OLED 1-10 produced in the example 2 example 1 was transposed to aluminum, and organic electroluminescent element OLED 2-1 was similarly produced except having vapor-deposited lithium fluoride 0.5nm of thickness, and having prepared the cathode buffer layer between an electronic transportation layer and cathode.

[0252] an example 1 -- the same -- the luminescence brightness at the time of lighting initiation -- the time amount (τ) which (L [cd/m²]), external ejection quantum efficiency (η), and brightness reduce by half was measured. Moreover, when the chromaticity at the time of lighting initiation was measured and the color name on a CIE chromaticity diagram was evaluated, it became the time amount 244 which the luminescence brightness 211, quantum efficiency 174, and brightness reduce by half by the relative comparison with organic electroluminescent element OLED 1-1. Moreover, about organic electroluminescent element OLED1-3-9 and OLED1-11-14, similarly, when the cathode buffer layer was introduced, it was still more effective.

[0253] The transparency support substrate with an ITO transparent electrode used in the example 3 example 1 in the same way as an example 1 after washing by the example 1 and these conditions It is the same configuration as what was shown in drawing 1 . In a hole injection / transportation layer a compound 1-63 Used the compound 1-7 as a host material, and the comparison compound 5 was used

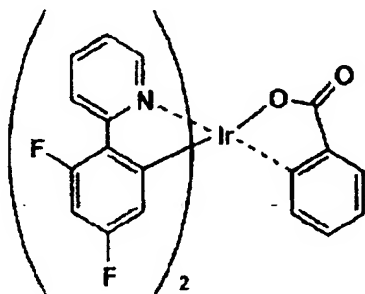
for the luminous layer as a dopant, and also it replaced with the electronic transportation layer at BC, and organic EL device OLED 3-1 for a comparison was produced using the compound 8-17. In addition, vapor codeposition was carried out and the luminous layer formed the host material (1-7) and the dopant material (comparison compound 5) so that it might be set to 100:7 with a mass ratio.

[0254] Organic electroluminescent element OLED3-2-6 were produced like organic electroluminescent element OLED 3-1 except having replaced the comparison compound 5 of above-mentioned organic EL device OLED 3-1 with the compound given in a table 4.

[0255]

[Formula 111]

比較化合物5



$$\theta = 2.4^\circ$$

$$\epsilon \sigma_p \text{の総和: } -0.52$$

$$E_s: -0.46$$

[0256] continuation lighting according these elements to 10V direct-current-voltage impression in the bottom of 23 temperature and desiccation nitrogen-gas-atmosphere mind -- carrying out -- the luminescence brightness at the time of lighting initiation -- the time amount (τ) which (L [cd/m²]), external ejection quantum efficiency (η), and brightness reduce by half was measured. Moreover, the chromaticity at the time of lighting initiation was measured, and the color name on a CIE chromaticity diagram was evaluated. Luminescence brightness was expressed with the relative value when setting organic electroluminescent element OLED 3-1 to 100, external ejection quantum efficiency was expressed with the relative value when setting organic electroluminescent element OLED 3-1 to 100, and the time amount which brightness reduces by half was expressed with the relative value which set to 100 time amount which the brightness of organic electroluminescent element OLED 3-1 reduces by half. About the color name, the hue on the chromaticity diagram of each element was expressed. A result is shown in a table 4.

[0257]

[A table 4]

		発光 輝度	量子 効率	半減 寿命	色名	θ	$\Sigma \delta_p$	備 考
OLED3-1	比較化合物 5	100	100	100	Blue Green	2.4	—	比 較
OLED3-2	46	132	138	135	Greenish Blue	12.3	—	本発明
OLED3-3	53	129	134	142	Greenish Blue	13.0	—	本発明
OLED3-4	55	160	167	139	Greenish Blue	21.8	1.08	本発明
OLED3-5	66	149	155	184	Greenish Blue	12.3	—	本発明
OLED3-6	69	155	153	207	Blue	12.2	—	本発明

[0258] It is Blue>Greenish whose desirable luminescent color (color name) is the following rank in this invention (desirable). Blue>Blue Green>Bluish Green>Green (it is not desirable)

From a table 4, the organic EL device using the compound of this invention is understood that the time amount which the luminescence brightness at the time of lighting initiation, luminous efficiency, and brightness reduce by half is improved. It turns out that the time amount which brightness reduces by half especially is improved.

[0259]

[Effect of the Invention] The organic electroluminescent element with the high luminescence brightness which has the color tone which was excellent in the bluish green field was able to be obtained from blue, using a phosphorescence compound as a dopant.

[Translation done.]

* NOTICES *

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

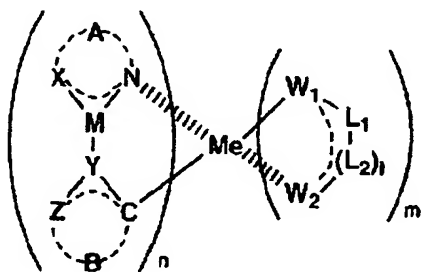
 CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] An organic electroluminescent element characterized by being expressed with the following general formula (1) and two face angles (namely, angle of torsion of two rings) of N-M-Y-Z containing a metal complex which is less than 90 degrees in a luminous layer 9 times or more.

[Formula 1]

一般式(1)

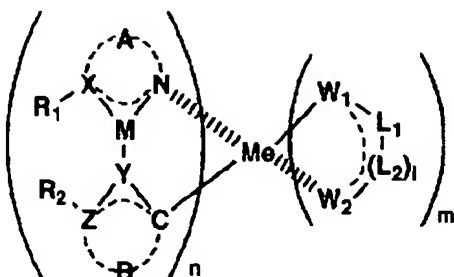


N expresses a nitrogen atom among [type, C expresses a carbon atom, and X expresses a carbon atom, a nitrogen atom, or an oxygen atom. M expresses a carbon atom or a nitrogen atom, and Y expresses a carbon atom or a nitrogen atom. Z expresses a carbon atom or a nitrogen atom, A expresses an atomic group required to form the heterocycle of 5 - 6 member with X-M-N, and B expresses an atomic group required to form the hydrocarbon ring or heterocycle of 5 - 6 member with C-Y-Z. Moreover, two rings may have the substituent independently, respectively and may form the condensed ring further by adjoining substituents. Me expresses iridium, platinum, or an osmium. n expresses 1, 2, 3, or 4, and m expresses [3-n] 2-n for 4-n or 2-n at the time of an osmium at the time of platinum, when Me is iridium. W1 expresses an oxygen atom, a nitrogen atom, or a sulfur atom, W2 expresses an oxygen atom, a nitrogen atom, or a sulfur atom, L1 expresses a nitrogen atom or a carbon atom, L2 expresses a nitrogen atom or an oxygen atom, and l expresses 1 or 2. In addition, single bond or a double bond is sufficient as W1, L1 and L1, L2 and L2, and association of L2 (when l is 2), L2, and W2.]

[Claim 2] An organic electroluminescent element characterized by containing a metal complex expressed with the following general formula (2) in a luminous layer.

[Formula 2]

一般式(2)

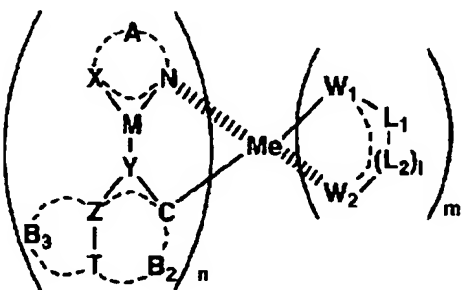


N expresses a nitrogen atom among [type and C expresses a carbon atom. X A carbon atom, a nitrogen atom, Express an oxygen atom or a sulfur atom and M expresses a carbon atom or a nitrogen atom. Y expresses a carbon atom or a nitrogen atom, and Z expresses a carbon atom or a nitrogen atom. A expresses an atomic group required to form the heterocycle of 5 - 6 member with X-M-N, B expresses an atomic group required to form the hydrocarbon ring or heterocycle of 5 - 6 member with C-Y-Z, and R1 and R2 express a substituent or a hydrogen atom. However, when X is an oxygen atom and a sulfur atom, R1 does not exist. Moreover, at least one side of R1 and R2 expresses a substituent, and total of the solid parameter Es value of R1 and R2 is -0.6 or less. Me expresses iridium, platinum, or an osmium. n expresses 1, 2, 3, or 4, and m expresses [3-n] 2-n for 4-n or 2-n at the time of an osmium at the time of platinum, when Me is iridium. W1 expresses an oxygen atom, a nitrogen atom, or a sulfur atom, W2 expresses an oxygen atom, a nitrogen atom, or a sulfur atom, L1 expresses a nitrogen atom or a carbon atom, L2 expresses a nitrogen atom or an oxygen atom, and l expresses 1 or 2. In addition, single bond or a double bond is sufficient as W1, L1 and L1, L2 and L2, and association of L2 (when l is 2), L2, and W2.]

[Claim 3] An organic electroluminescent element characterized by containing a metal complex expressed with the following general formula (3) in a luminous layer.

[Formula 3]

一般式(3)



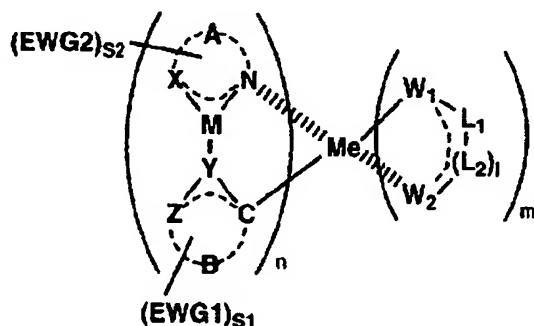
N expresses a nitrogen atom among [type, C expresses a carbon atom, and X expresses a carbon atom, a nitrogen atom, or an oxygen atom. M expresses a carbon atom or a nitrogen atom, and Y expresses a carbon atom or a nitrogen atom. Z expresses a carbon atom or a nitrogen atom, and T expresses a carbon atom or a nitrogen atom. A expresses an atomic group required to form the heterocycle of 5 - 6 member with X-M-N. B-2 expresses an atomic group required to form the hydrocarbon ring or heterocycle of 5 - 6 member with C-Y-Z-T, and B3 expresses an atomic group required to form the hydrocarbon ring or heterocycle of 5 - 6 member with Z-T. Me expresses iridium, platinum, or an osmium. n expresses 1, 2, 3, or 4, and m expresses [3-n] 2-n for 4-n or 2-n at the time of an osmium at the time of platinum, when Me is iridium. W1 expresses an oxygen atom, a nitrogen atom, or a sulfur atom, W2 expresses an oxygen atom, a nitrogen atom, or a sulfur atom, L1 expresses a nitrogen atom or a carbon atom, L2 expresses a nitrogen atom or an oxygen atom, and l expresses 1 or 2. In addition, single bond or a double

bond is sufficient as W1, L1 and L1, L2 and L2, and association of L2 (when l is 2), L2, and W2.]

[Claim 4] An organic electroluminescent element characterized by containing a metal complex expressed with the following general formula (4) in a luminous layer.

[Formula 4]

一般式(4)



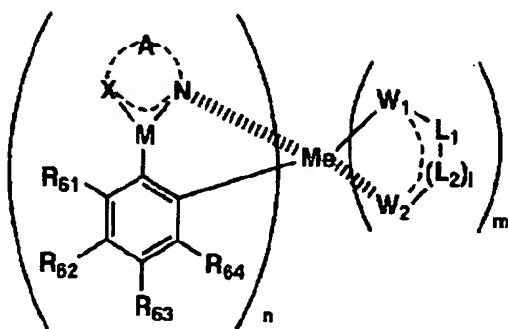
N expresses a nitrogen atom among [type and C expresses a carbon atom. X A carbon atom, a nitrogen atom, Express an oxygen atom or a sulfur atom and M expresses a carbon atom or a nitrogen atom. Y expresses a carbon atom or a nitrogen atom, and Z expresses a carbon atom or a nitrogen atom. A expresses an atomic group required to form the aromatic series heterocycle of 5 - 6 member with X-M-N, and B expresses an atomic group required to form the aromatic hydrocarbon ring or aromatic series heterocycle of 5 - 6 member with C-Y-Z. However, the aromatic hydrocarbon ring or aromatic series heterocycle formed by B as aromatic series heterocycle and C-Y-Z formed by X-M-N and A is replaced by at least one substituent, and total of mhop value of this substituent is two or less [0.15 or more]. As for EWG1 and EWG2, a substituent constant mhop value expresses zero or more electronic suction nature machines to Hammett independently, respectively, and total of mhop value is two or less [0.15 or more]. S1 expresses the integer of 0-3, and S2 expresses the integer of 0-3. However, the sum of S1 and S2 is five or less [1 or more]. Me expresses iridium, platinum, or an osmium. n expresses 1, 2, 3, or 4, and m expresses [3-n] 2-n for 4-n or 2-n at the time of an osmium at the time of platinum, when Me is iridium. W1 expresses an oxygen atom, a nitrogen atom, or a sulfur atom, W2 expresses an oxygen atom, a nitrogen atom, or a sulfur atom, L1 expresses a nitrogen atom or a carbon atom, L2 expresses a nitrogen atom or an oxygen atom, and l expresses 1 or 2. In addition, single bond or a double bond is sufficient as W1, L1 and L1, L2 and L2, and association of L2 (when l is 2), L2, and W2.]

[Claim 5] An organic electroluminescent element according to claim 4 to which two face angles (namely, angle of torsion of two rings) of N-M-Y-Z are characterized by 9 times or more being less than 90 degrees in said general formula (4).

[Claim 6] An organic electroluminescent element characterized by containing a metal complex expressed with the following general formula (5) in a luminous layer.

[Formula 5]

一般式(5)

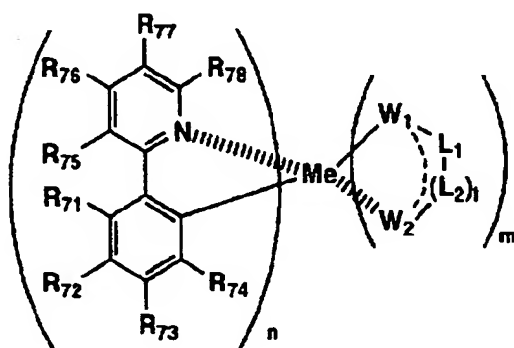


N expresses a nitrogen atom among [type, X expresses a carbon atom, a nitrogen atom, an oxygen atom, or a sulfur atom, M expresses a carbon atom or a nitrogen atom, A expresses an atomic group required to form the aromatic series heterocycle of 5 - 6 member with X-M-N, as for R61, a solid parameter Es value expresses -0.6 or less substituent, and R62, R63, and R64 express a hydrogen atom or a substituent. Moreover, the aromatic series heterocycle formed by X-M-N and A may have the substituent, and may form the condensed ring by adjoining substituents. Me expresses iridium, platinum, or an osmium. n expresses 1, 2, 3, or 4, and m expresses [3-n] 2-n for 4-n or 2-n at the time of an osmium at the time of platinum, when Me is iridium. W1 expresses an oxygen atom, a nitrogen atom, or a sulfur atom, W2 expresses an oxygen atom, a nitrogen atom, or a sulfur atom, L1 expresses a nitrogen atom or a carbon atom, L2 expresses a nitrogen atom or an oxygen atom, and l expresses 1 or 2. In addition, single bond or a double bond is sufficient as W1, L1 and L1, L2 and L2, and association of L2 (when l is 2), L2, and W2.]

[Claim 7] An organic electroluminescent element characterized by containing a metal complex expressed with the following general formula (6) in a luminous layer.

[Formula 6]

一般式(6)

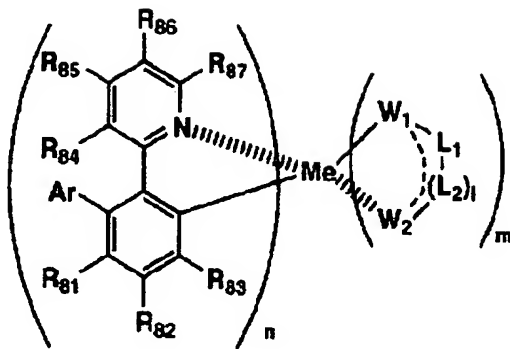


R71 and R75 express a hydrogen atom or a substituent among [type, and at least one side of R71 and R75 expresses a substituent. Moreover, total of the solid parameter Es value of R71 and R75 is -0.6 or less. R72, R73, R74, R76, R77, and R78 express a hydrogen atom or a substituent. Moreover, it may join together mutually and adjoining substituents may form the condensed ring. Me expresses iridium, platinum, or an osmium. n expresses 1, 2, 3, or 4, and m expresses [3-n] 2-n for 4-n or 2-n at the time of an osmium at the time of platinum, when Me is iridium. W1 expresses an oxygen atom, a nitrogen atom, or a sulfur atom, W2 expresses an oxygen atom, a nitrogen atom, or a sulfur atom, L1 expresses a nitrogen atom or a carbon atom, L2 expresses a nitrogen atom or an oxygen atom, and l expresses 1 or 2. In addition, single bond or a double bond is sufficient as W1, L1 and L1, L2 and L2, and association of L2 (when l is 2), L2, and W2.]

[Claim 8] An organic electroluminescent element characterized by containing a metal complex expressed with the following general formula (7) in a luminous layer.

[Formula 7]

一般式(7)

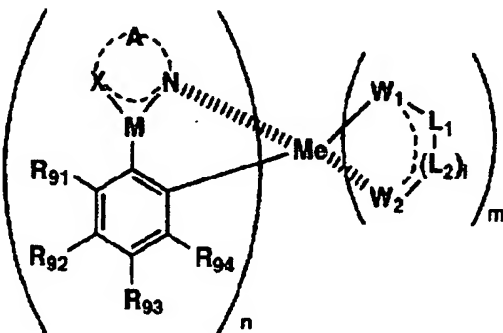


Ar expresses an aromatic series radical among [type, and R81-R87 express a hydrogen atom or a substituent. Moreover, it may join together mutually and adjoining substituents may form the condensed ring. Me expresses iridium, platinum, or an osmium. n expresses 1, 2, 3, or 4, and m expresses [3-n] 2-n for 4-n or 2-n at the time of an osmium at the time of platinum, when Me is iridium. W1 expresses an oxygen atom, a nitrogen atom, or a sulfur atom, W2 expresses an oxygen atom, a nitrogen atom, or a sulfur atom, L1 expresses a nitrogen atom or a carbon atom, L2 expresses a nitrogen atom or an oxygen atom, and l expresses 1 or 2. In addition, single bond or a double bond is sufficient as W1, L1 and L1, L2 and L2, and association of L2 (when l is 2), L2, and W2.]

[Claim 9] An organic electroluminescent element characterized by containing a metal complex expressed with the following general formula (8) in a luminous layer.

[Formula 8]

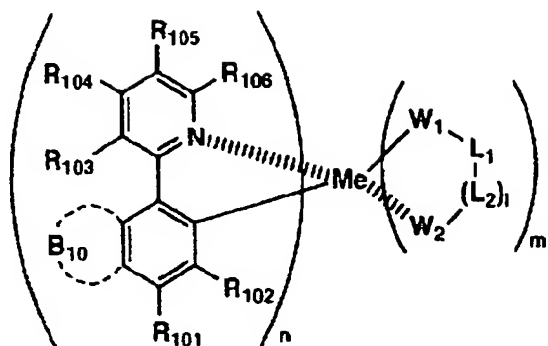
一般式(8)



N expresses a nitrogen atom among [type, X expresses a carbon atom, a nitrogen atom, an oxygen atom, or a sulfur atom, M expresses a carbon atom or a nitrogen atom, A expresses an atomic group required to form the aromatic series heterocycle of 5 - 6 member with X-M-N, and R91-R94 express a hydrogen atom or a substituent. However, total of mhop value of each substituent of R91-R94 is two or less [0.15 or more]. Moreover, the aromatic series heterocycle formed by X-M-N and A may have the substituent, and may form the condensed ring by adjoining substituents. Me expresses iridium, platinum, or an osmium. n expresses 1, 2, 3, or 4, and m expresses [3-n] 2-n for 4-n or 2-n at the time of an osmium at the time of platinum, when Me is iridium. W1 expresses an oxygen atom, a nitrogen atom, or a sulfur atom, W2 expresses an oxygen atom, a nitrogen atom, or a sulfur atom, L1 expresses a nitrogen atom or a carbon atom, L2 expresses a nitrogen atom or an oxygen atom, and l expresses 1 or 2. In addition, single bond or a double bond is sufficient as W1, L1 and L1, L2 and L2, and association of L2 (when l is 2), L2, and W2.]

[Claim 10] An organic electroluminescent element characterized by containing a metal complex expressed with the following general formula (9) in a luminous layer.

[Formula 9]
一般式(9)



R101-R106 express a hydrogen atom or a substituent among [type, and B10 expresses an atomic group required to form the ring of 5 - 6 member with two carbon atoms. Moreover, it may join together mutually and adjoining substituents may form the condensed ring. Me expresses iridium, platinum, or an osmium. n expresses 1, 2, 3, or 4, and m expresses [3-n] 2-n for 4-n or 2-n at the time of an osmium at the time of platinum, when Me is iridium. W1 expresses an oxygen atom, a nitrogen atom, or a sulfur atom, W2 expresses an oxygen atom, a nitrogen atom, or a sulfur atom, L1 expresses a nitrogen atom or a carbon atom, L2 expresses a nitrogen atom or an oxygen atom, and l expresses 1 or 2. In addition, single bond or a double bond is sufficient as W1, L1 and L1, L2 and L2, and association of L2 (when l is 2), L2, and W2.]

[Claim 11] An organic electroluminescent element according to claim 8 characterized by an aromatic series radical expressed with Ar of said general formula (7) being an aromatic hydrocarbon ring machine by which Hammett's substituent constant mhop value was replaced with two or less or more 0.02 electronic suction nature machine.

[Claim 12] An organic electroluminescent element according to claim 8 to which an aromatic series radical expressed with Ar of said general formula (7) is an aromatic hydrocarbon ring machine by which Hammett's substituent constant mhop value was replaced with two or less or more 0.02 electronic suction nature machine, and a substituent expressed with R82 is characterized by Hammett's number mhoof substitute conventions p value being two or less or more 0.02 electronic suction nature machine.

[Claim 13] An organic electroluminescent element according to claim 10 to which at least one of the substituents expressed with R101-R106 of said general formula (9) is characterized by Hammett's number mhoof substitute conventions p value being two or less or more 0.02 electronic suction nature machine.

[Translation done.]

*** NOTICES ***

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DESCRIPTION OF DRAWINGS

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] The mimetic diagram showing the configuration of organic EL device OLED 1-1.

[Description of Notations]

- 1 Transparence Support Substrate
- 2 Anode Plate
- 3 Hole Injection / Transportation Layer
- 4 Luminous Layer
- 5 Electronic Transportation Layer
- 6 Electron Injection Layer
- 7 Cathode

[Translation done.]